



HAL
open science

**Jeux et enjeux de langage dans la construction d'un
vocabulaire de géométrie spécifique et partagé en cycle 3
(Analyse de la portée des jeux de langage dans un
Atelier de géométrie en cycle 3 et modélisation des
gestes de l'enseignant en situation)**

Anne-Cécile Mathé

► **To cite this version:**

Anne-Cécile Mathé. Jeux et enjeux de langage dans la construction d'un vocabulaire de géométrie spécifique et partagé en cycle 3 (Analyse de la portée des jeux de langage dans un Atelier de géométrie en cycle 3 et modélisation des gestes de l'enseignant en situation). Mathématiques [math]. Université Claude Bernard - Lyon I, 2006. Français. NNT : . tel-00345659

HAL Id: tel-00345659

<https://theses.hal.science/tel-00345659>

Submitted on 9 Dec 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE

présentée devant

l'UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD – LYON 1

pour l'obtention du

DIPLÔME DE DOCTORAT

Spécialité : **DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES**

(arrêté du 7 août 2006)

présentée et soutenue publiquement par

Anne-Cécile MATHÉ

**JEUX ET ENJEUX DE LANGAGE DANS LA CONSTRUCTION D'UN
VOCABULAIRE DE GÉOMÉTRIE SPÉCIFIQUE ET PARTAGÉ EN CYCLE 3
ANALYSE DE LA PORTÉE DES JEUX DE LANGAGE DANS UN ATELIER DE GÉOMÉTRIE
EN CYCLE 3 ET MODÉLISATION DES GESTES DE L'ENSEIGNANT EN SITUATION**

Directeur de thèse : Claude TISSERON (*jusqu'au 31.01.2005*)

Thierry FACK (*depuis le 1.02.2005*)

Thèse soutenue le 11 décembre 2006

Jury

Marie – Jeanne PERRIN
Gérard SENSEVY
Alain KUZNIAK
Alain MERCIER
Thierry FACK
Claude TISSERON

Rapporteur
Rapporteur
Examineur
Examineur
Directeur
Directeur

REMERCIEMENTS

Avant tout propos, je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Claude Tisseron qui m'a ouvert les portes de la recherche et de la didactique des mathématiques, m'a suivi pendant toutes ces années de travail, m'a enrichi de son savoir et de sa manière de vivre le monde. Je tiens également à remercier son épouse pour son accueil au sein de sa famille et sa bienveillance tout au long de ces années.

Je remercie l'équipe des enseignants de l'école de Saint Martin le Châtel et plus particulièrement Philippe Fabrizi qui nous a ouvert les portes de sa classe avec générosité. Par sa richesse professionnelle et le bouillonnement de ses réflexions sur le métier d'enseignant, il a permis à ce travail de voir le jour.

Un grand merci à Michèle pour son aide efficace et sa patience, à ma famille et mes amis qui, par leur soutien, m'ont permis d'aller au bout de ce travail.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE : INTRODUCTION ET PRÉSENTATION DES CADRES CONCEPTUELS DE LA RECHERCHE	4
I. INTRODUCTION.....	4
I.1. Les paradigmes de la recherches	4
I.2. Le contexte de la recherche	8
I.3. Nos axes de travail	12
II. CADRES CONCEPTUELS	14
II.1. Cadres conceptuels pour l'analyse a priori des situations : différents niveaux de modèles de milieu dans la théorie des situations	14
II.2. La sémantique logique, un premier cadre conceptuel pour l'analyse des interactions langagières	18
II. 3. L'argumentation, second cadre théorique pour l'analyse des interactions langagières.....	32
II.4. Cadres conceptuels pour l'étude des gestes de l'enseignant	40
DEUXIÈME PARTIE : ANALYSE DU DISPOSITIF EN TERMES DE THÉORIE DES SITUATIONS DIDACTIQUES	67
I. LE DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL DES ATELIERS DE GÉOMÉTRIE.....	67
I.1. Le cadre institutionnel de l'enseignement de la géométrie au cycle 3	67
I.2. L'organisation des ateliers : déroulement prévu par type d'activité.....	70
I.3. Les objectifs mathématiques et communicationnels visés par l'enseignant.....	74
II. ANALYSE DU SAVOIR EN JEU : ASPECT MATHÉMATIQUE DES PROPRIÉTÉS GÉOMÉTRIQUES EN JEU DANS LES ACTIVITÉS DE L'ATELIER.....	79
II. 1. Quelques propriétés susceptibles de classer les solides	79
II. 2. Solides développables et solides non développables	80
II.3. Notions de face, arête, sommet d'un solide : étude mathématique	82
III. ANALYSE A PRIORI DES DIFFÉRENTES TÂCHES.....	89
III.1. Classer les emballages dans le cadre d'un inventaire	89
III. 2. Mise en relation de solides de même nature représentés dans des registres de représentation différents	93
III.3. Description de solides dessinés en perspective cavalière par le biais d'un tableau	96
IV. MESURE DES ÉCARTS ENTRE ANALYSE A PRIORI ET DÉROULEMENT EFFECTIF DE L'ATELIER DE GÉOMÉTRIE.....	99
IV. 1. Séance 1 (1 à 161) : classement d'emballages dans le cadre d'un inventaire et mise en relation de solides représentés dans des registres de représentation différents	101
IV.2. Séance 1 : Mise en relation de solides représentés dans des registres de représentation différents.....	109
IV.3. Séance 2 : Jeux de langage sur les significations des termes côté, face, arête, sommet	113

IV. 3. Séance 3 : reprise et exploitation du débat de la séance 2	121
IV.4. Séance 3 : Déterminer le nombre et la nature des faces de solides dessinés	130

TROISIÈME PARTIE : ANALYSE DU DISPOSITIF EN TERMES DE JEUX DE LANGAGE (ÉTUDE DES MODALITÉS DE CONSTRUCTION ET DE RÉOLUTION DE PARADOXES SÉMANTIQUES POUR L'ÉLABORATION D'UN VOCABULAIRE DE GÉOMÉTRIE SPÉCIFIQUE ET PARTAGÉ)..... 138

I. LE VOCABULAIRE ÉLÉMENTAIRE DE LA GÉOMÉTRIE : UNE SOURCE DE PARADOXES SÉMANTIQUES DANS L'ATELIER DE GÉOMÉTRIE	140
I.1. Le mot « forme »	141
I. 2. Le mot « côté »	147
I.3. Le mot « polygone » et l'expression « forme polygonale »	152
I.4. Le mot « sommet »	159
I.5. Le mot « arête »	161
I.6. Conclusion.....	162
II. COMMENT LES ÉLÈVES RENCONTRENT-ILS PUIS LÈVENT-ILS LEUR IGNORANCE RELATIVE À UN USAGE IDOINE ET OPÉRATOIRE DU VOCABULAIRE DE GÉOMÉTRIE ?	163
II. 1. Construction de jeux de langage dans lesquels les élèves recourent à un usage non réglé des termes	164
II.2. Confrontation des élèves aux ambiguïtés référentielles sous-jacentes à leurs discours	166
II.3. Une première modalité de résolution des contradictions : les élèves ajustent de façon implicite leur rapport aux objets de la situation vers un rapport idoine au contexte spécifique de la géométrie s'effectue <i>dans</i> les jeux de langage	167
II.4. Une seconde modalité de résolution des contradictions : la mise en opposition de significations contradictoires et la détermination d'accords d'usage	170
III. CONCLUSION	182

QUATRIÈME PARTIE : ANALYSE DES GESTES DE L'ENSEIGNANT DANS LA RÉALISATION DU DISPOSITIF D'ATELIER DE GÉOMÉTRIE

I. NOTRE MÉTHODOLOGIE D'ÉTUDE	184
I.1. Du modèle théorique de Sensevy et al. à notre méthodologie d'étude.....	184
I. 2. Des outils pour la description de l'action didactique du professeur en termes de techniques	196
II. ANALYSE DES TECHNIQUES, FORMULATION DES GESTES LORS D'UNE L'ACTIVITÉ « STANDARD » DE L'ATELIER	206
II. 1. Analyse quantitative de l'action de l'enseignant, un premier aperçu de la place de l'enseignant dans les débats.....	206
II. 2. Analyse de l'action didactique de l'enseignant par étapes, en termes de techniques.....	208
II. 3. Formulation des gestes de l'enseignant : vers un modèle des modalités d'aménagement du milieu.....	220
III. MISE EN PERSPECTIVE DE LA MODALISATION DES MODALITÉS D'AMÉNAGEMENT DU MILIEU PAR L'ENSEIGNANT DANS UNE SITUATION DE GESTION DE DÉBAT	229

III.1. Segmentation de l'activité observée	230
III.2. Analyse quantitative : un premier aperçu de la place de l'enseignant dans l'activité.....	233
III. 3. Identification des techniques mises en place par l'enseignant, par étapes.....	235
III. 4. Analyse des techniques et formulation des gestes de l'enseignant en situation de débat ...	238
IV. FORMULATION DES GESTES DE L'ENSEIGNANT LORS DE LA REPRISE ET L'EXPLOITATION DU DÉBAT	
.....	250
IV.1. Segmentation de l'activité	251
IV.2. Formulation des gestes pour une caractérisation de la position de l'enseignant.....	253
V. SYNTHÈSE SUR L'ENSEIGNANT.....	259
CINQUIÈME PARTIE : SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS.....	268
I. SYNTHÈSE	268
I.1. Les enjeux didactiques des jeux de langage dans la construction d'un vocabulaire de géométrie spécifique et partagé en cycle 3	268
I.2. Des techniques professionnelles permettant de mettre en place et de faire fonctionner des jeux de langage en classe de mathématiques	272
II. CONCLUSIONS	276
II. 1. Apport du cadre conceptuel de la sémantique logique dans la recherche en didactique des mathématiques	276
II.2. Retour sur notre méthodologie d'analyse des gestes de l'enseignant	277
II.3. La pertinence de notre modèle ne se limite vraisemblablement pas à la classe de mathématiques et à la construction d'un vocabulaire de géométrie, un exemple en sciences physiques	278
BIBLIOGRAPHIE.....	284
ANNEXES	292

PREMIÈRE PARTIE : INTRODUCTION ET PRÉSENTATION DES CADRES

CONCEPTUELS DE LA RECHERCHE

I. INTRODUCTION

I.1. Les paradigmes de la recherches

Les recherches en didactique des mathématiques qui se sont construits autour de la Théorie des Situations Didactiques (Brousseau, 1985) ont partagé l'idée selon laquelle « savoir des mathématiques, ce n'est pas seulement apprendre des définitions et des théorèmes, pour reconnaître l'occasion de les utiliser et des les appliquer ; [mais] faire des mathématiques implique que l'on s'occupe des problèmes » (Brousseau, 1998, p.49). Ainsi, le travail intellectuel de l'élève en classe de mathématiques doit par moment être comparable, toutes proportions gardées et sous certains aspects, à celui du chercheur qui, confronté à un problème donné, produit des savoirs nouveaux en agissant, en formulant, en construisant des modèles, des langages, des concepts, des théories, en échangeant avec les autres, etc. En classe de mathématiques, l'élève doit donc pouvoir construire lui-même ses connaissances et le sens de ses connaissances en s'adaptant à un environnement qui est producteur de difficultés, voire de contradictions. Dans ce contexte, l'acquisition de nouvelles connaissances par un élève est favorisée par la confrontation à une situation problématique où l'insuffisance de ses connaissances actuelles peut apparaître. Ce sont les problèmes qui sont à la source de la signification des connaissances mathématiques : une connaissance n'a de sens que dans la mesure où elle constitue un outil permettant de résoudre une situation problématique donnée, c'est-à-dire d'agir sur la situation et d'anticiper les conséquences d'une action :

L'élève apprend en s'adaptant à un milieu facteur de difficultés, contradictions, déséquilibres (...). Ce savoir, fruit de l'adaptation de l'élève, se manifeste par des réponses nouvelles qui sont la preuve de l'apprentissage. (Guy Brousseau, 1986, p.59).

En classe, pour permettre aux élèves l'apprentissage d'un savoir mathématique donné, l'enseignant doit ainsi « imaginer et proposer aux élèves des *situations*¹ [...] dans lesquelles

¹ Tout au long de cette thèse, nous utilisons majoritairement le mot « situation » pour désigner le contexte général dans lequel agit et interagit l'élève, nous lui assignons alors un sens conforme à son usage dans le langage courant. Lorsque nous utilisons ce mot au sens de « situation didactique », en référence à la Théorie des Situations Didactiques, nous l'inscrivons en italique.

les connaissances vont apparaître comme la solution optimale aux problèmes posés » (Brousseau, 1998, p.49). Nous reformulerions cette phrase en disant que les connaissances disponibles chez les élèves vont leur permettre de construire une solution au problème qui contient en germe une connaissance nouvelle que d'autres *situations*, d'autres problèmes devront structurer et formaliser. Cette conception de l'enseignement va donc demander au maître de provoquer chez l'élève les adaptations souhaitées, par un choix judicieux de « problèmes » qu'il lui propose. Ces problèmes, choisis de façon à ce que l'élève puisse les accepter, doivent le faire agir, parler, réfléchir, évoluer de son propre mouvement, c'est-à-dire interagir avec son environnement cognitif, défini dans la théorie comme le *milieu*, « système antagoniste du système enseigné » (Brousseau, 1998, p.93). L'élève construit de nouvelles connaissances en agissant et en s'adaptant aux rétroactions par la *situation*, incluant notamment les actions et interventions de l'enseignant et des autres élèves de la classe. Comment alors envisager et comprendre le fonctionnement de telles interactions ?

Si une partie de ces interactions s'effectue de façon non verbale à travers des actions directes sur la *situation*, nous portons notre attention sur le fait qu'une grande partie d'entre elles s'effectue par le langage, véhicule premier de la communication d'informations entre l'élève et le maître ou ses pairs. Brousseau (1998, p.98) propose d'ailleurs de classer les relations d'un élève avec le milieu en au moins trois grandes catégories (« les échanges de jugements (Validation) », « les échanges d'informations codées dans un langage (Formulation) » ; « les échanges d'informations non codées ou sans langage : les actions et les décisions qui agissent directement sur l'autre protagoniste (Action) »). Dans ce cadre, il envisage une « dialectique de la formulation » qui « consisterait à mettre au point progressivement un langage que tout le monde comprenne et qui prenne en compte les objets et les relations pertinentes de la situation de façon adéquate (c'est-à-dire en permettant les raisonnements utiles et les actions). A chaque instant, ce langage construit serait éprouvé du point de vue de l'intelligibilité, de la facilité de construction, de la longueur des messages qu'il permet d'échanger. Brousseau, (1998, p.98) précise alors que « la construction d'un tel langage, d'un tel code (répertoire, vocabulaire, syntaxe) en langage ordinaire et en langage formalisé rend possible l'explicitation des actions et des modèles d'action. ». Mais le langage sert-il uniquement à expliciter et communiquer des informations, des connaissances, des savoirs, ou contribue-t-il plus profondément à les construire ?

Parallèlement, depuis le début du XX^{ème} siècle et les travaux de Lev S. Vygotski (1934), de nombreux psychologues de l'apprentissage s'accordent à dire qu'une part importante du processus de construction de connaissances scientifiques s'effectue dans les interactions sociales. La conception vygotkienne du processus de formation des

connaissances scientifiques repose en effet sur l'idée selon laquelle les compétences humaines se développent lors d'échanges entre un moins expert et un plus expert, l'apprentissage s'effectuant de l'espace social vers l'espace mental du sujet. Cette conception donnera lieu à un ensemble de travaux de recherches pour lesquelles elle constitue un paradigme. Concernant la compréhension des relations qu'entretient l'élève avec le milieu évoquées dans la Théorie des Situations Didactiques (Brousseau, 1998), la prise en compte de ce paradigme dans l'analyse de situations didactiques, que nous proposons dans cette thèse, nous amène à porter notre attention au rôle et à la portée des interactions verbales dans les processus d'apprentissage et d'enseignement. Au regard des travaux de Lev S. Vygotski, il apparaît en effet qu'il convient de ne plus considérer le langage, moyen de communication par lequel passe les interactions verbales, comme un simple support de l'expression de savoirs mais d'émettre l'hypothèse selon laquelle il contribue plus profondément à les construire au sein de la classe. Comment alors décrire la façon dont il y contribue ? Quels sont les caractéristiques du fonctionnement du langage permettant cette construction ? Pour tenter de répondre à cette question, de façon originale, quelques travaux récents de didacticiens tendent à privilégier de nouvelles pistes pour analyser la dimension interactive du processus de construction de connaissances dans les analyses de situations d'apprentissage et d'enseignement. Pour l'usage que nous en ferons dans cette thèse, nous citons d'une part les contributions à l'ouvrage collectif (Durand – Guerrier V, Héraud J. L., Tisseron C. (coord.) (2006)) qui proposent d'utiliser certains cadres conceptuels de la sémantique logique et, plus particulièrement, du concept de *jeux de langage* pour l'étude des enjeux du langage dans la construction de connaissances scientifiques et, d'autre part, les travaux de Dumas – Carré, Weil-Barais et al.(1998) visant à modéliser la position de l'enseignant dans différentes modalités d'interaction entre l'enseignant et ses élèves.

Ce paradigme nous amène d'abord à considérer de façon novatrice le statut de la connaissance en classe de mathématiques. En effet, les interactions inter-individuelles occupant dorénavant une place centrale dans la formation des connaissances, la connaissance n'est plus perçue comme une propriété individuelle constituant une forme de relation entre un individu et un objet mais comme une relation partagée construite entre des personnes et l'objet en jeu : une proposition n'acquiert le statut de connaissance que si elle est reconnue pour vraie par les partenaires de l'échange au regard de conventions ou d'usages partagés. Forts de cette hypothèse, nous souhaitons alors interroger la façon dont le langage contribue en situation d'apprentissage, au sein des interactions verbales, à la construction de connaissances mathématiques nouvelles relatives au vocabulaire spécifique de la géométrie par les élèves à la fin de l'école primaire (cycle 3).

Cette position nous amène également à étudier le rôle et la place de l'enseignant dans la réalisation et la gestion des situations didactiques considérés : « l'enseignant n'est plus celui qui transmet les connaissances mais celui qui aide les élèves à en construire dans les interactions didactiques » (Dumas-Carré et Weil-Barais (1998). Nous nous donnons également pour objectif de livrer des pistes de réflexion sur la façon dont il est possible de rendre compte et de caractériser l'action professorale dans de telles interactions. Plus précisément, nous souhaitons apporter notre contribution sur ce que les interactions langagières permettent de faire en classe de mathématiques et sur certains moyens permettant de les utiliser pour favoriser, permettre l'apprentissage.

I.2. Le contexte de la recherche

La thèse que nous présentons ici a pris forme à partir d'une expérimentation originale permise par la rencontre d'écoles primaires des départements de l'Ain, de la Loire et du Rhône et du laboratoire du LIRDHIST², orchestrée par l'INRP dans le cadre de la Charte « *Bâtir l'école du XXI^e siècle* ». Dans un premier temps, nous nous proposons donc de décrire le cadre de cette recherche, c'est-à-dire les intentions de cette charte et les modalités de la collaboration entre écoles et laboratoires³.

I.2.1. La Charte « Bâtir l'école du XXI^e siècle »

Mû par la volonté d'ouvrir l'École des années 1980 – 2000 par le biais de projets d'école en appui sur l'extérieur et de développer les initiatives d'éducation compensatoire donnant de la place à des dispositifs sociaux régulateurs ou à un personnel intervenant supplémentaire, Claude Allègre, Ministre de l'Éducation Nationale, a souhaité que l'Institut National de la Recherche Pédagogique (INRP) accompagne dès janvier 1999 la mise en place d'une *Charte*⁴ appelée « Bâtir l'école du XXI^e siècle » dans la majeure partie des écoles françaises. Philippe Meirieu, alors directeur de l'INRP, définit une problématique générale pour la mise en œuvre de ce dispositif de recherche sur la Charte : *A quelles conditions l'organisation du travail scolaire et du partenariat peut-elle faciliter les apprentissages et le développement de tous les élèves ?* La recherche sur la Charte est ainsi là pour permettre aux équipes d'écoles innovantes - et ce, quel que soit le niveau ou le degré d'innovation - de prendre de la hauteur afin de *rendre compte de leurs pratiques* et de *s'en distancier*.

Dès lors, l'objectif est clair : générer la possibilité d'une recherche sur l'action et, pour cela, favoriser la rencontre entre praticiens de la pédagogie et praticiens de la recherche en éducation et formation.

² Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Didactique et Histoire des Sciences, université Lyon I.

³ Ce cadre original est présenté plus largement dans l'article (Diaz, Prouchet, Tisseron, 2006)

⁴ A ce jour, cette « Charte » est en sommeil, même si les orientations qu'elle propose restent plus que jamais d'actualité.

I.2.2. Modalité de la collaboration entre les écoles et les laboratoires

L'organisation d'une telle association nécessitait de provoquer la rencontre entre écoles et laboratoires permettant d'abord à chaque institution de présenter ses objets de travail, ses questions et ses projets, puis de trouver un objet de travail commun. Des laboratoires, dont le LIRDHIST, qui avaient manifesté leur intérêt pour une recherche de terrain sur des dispositifs et des pratiques innovants, furent invités à présenter leurs propres objets d'étude. Diverses écoles ont alors souhaité approfondir leur projet d'école avec l'aide de chercheurs (voire d'étudiants) sur des questions susceptibles d'être abordées avec les problématiques des laboratoires⁵.

Plus précisément, chaque équipe d'école est entrée dans un travail de problématisation qui, bien que basé sur une méthodologie de recherche, n'en reste pas moins – volontairement - productiviste (ce questionnement conduit à élaborer un dispositif expérimental) et validante (le recueil de traces sur le dispositif tend à faire la preuve de sa pertinence et de sa validité). La *carte de visite* de l'école est ainsi le produit d'un processus d'« auto-recherche assistée » ; elle a vocation à offrir à quiconque le désirerait (et notamment le laboratoire) une description de son questionnement, jalonné par ses différentes étapes.

Pour l'élaboration de sa carte de visite, chaque école doit formuler sa « *question préoccupante* » qui est l'aboutissement d'une réflexion contextualisée, ancrée sur les constats émis par les enseignants de l'école. Le projet d'école se voit ainsi revisité dans une analyse qui recentre l'équipe sur une (et une seule) préoccupation. Par exemple : comment favoriser la dé-contextualisation des apprentissages ? Comment développer chez l'élève une réflexivité sur les savoirs scolaires ? Ce centrage sur une préoccupation engendre dès lors la conception d'un dispositif⁶ ou d'un outil susceptible d'être mis à l'épreuve (d'où le terme d'expérimental) pour répondre au problème identifiée dans la question préoccupante. Par exemple, l'Atelier scientifique contribue-t-il à la dé-contextualisation des apprentissages ? Le dispositif du « Le Petit Laboratoire »⁷ développe-t-il chez l'élève une réflexivité sur les savoirs scolaires ?

Les premières rencontres entre équipes d'école et équipes de laboratoire ont eu lieu de façon indirecte, dans le cadre de séminaires réunissant les écoles prenant part au projet. Puis,

⁵ L'autre laboratoire qui s'est impliqué est ICAR, avec des mémoires d'étudiants.

⁶ Il arrive que ce dispositif s'appuie sur une action déjà existante ; dans ce cas-là, l'action déjà pratiquée se voit re-visitée à la lumière de la préoccupation. Il se peut aussi que de la réflexion conduite par l'équipe jaillisse un nouveau dispositif.

⁷ Errera et al. , « Édith ne parle pas » , *Jeux et enjeux de langage dans l'élaboration des savoir en classe* , Presses universitaires de Lyon, 2005. La carte de visite de ce dispositif figure en annexe 13.

après une phase d'identification réciproque des potentialités de collaboration, grâce à l'intervention importante d'un médiateur, elles ont aboutit à des rencontres avec les écoles au sein d'un séminaire inter-écoles, puis à une collaboration avec l'une d'entre elles, l'école de Saint Martin.

I.2.3. La collaboration entre l'école de Saint Martin le Châtel et le laboratoire du LIRDHIST

Dans le cadre d'une collaboration interne entre les enseignants, l'école primaire de Saint Martin le Châtel (Ain) a souhaité éprouver les pratiques d'un dispositif de décloisonnement (« l'Atelier Scientifique »⁸) dans une intention de dé-contextualisation des apprentissages. Les enseignants ont élaboré un projet d'école avec de véritables enjeux de communication autour d'objets d'apprentissage identifiés. Une collaboration entre cette école et une équipe de recherche pluridisciplinaire⁹ s'est alors construite autour de l'analyse du dispositif d'Ateliers Scientifiques. Un thème commun, reflétant à la fois les questions préoccupantes de l'école et la problématique du laboratoire, a ainsi vu le jour sous le titre *"Jeux et enjeux des langages dans la construction des savoirs à l'école"*. L'importance et la complexité du dispositif des Ateliers conçus par les enseignants a fait apparaître ces Ateliers comme un objet d'étude et de recherche susceptible de donner lieu à une thèse dans laquelle nous nous sommes engagés.

I.2.4. Notre objet d'étude : le dispositif de Saint Martin le Châtel

L'école primaire de St Martin Le Châtel se situe en milieu rural, dans la deuxième couronne de Bourg-en-Bresse, Ain. Elle compte quatre classes : Petite et Moyenne Sections de Maternelle, Grande Section – CP, CE1 – CE2, CM1 – CM2.

⁸ La carte de visite du dispositif se trouve en annexe 12

⁹ Chercheurs et formateurs de l'IUFM et de l'Université de Lyon I, pour la plupart membres du LIRDHIST

Dans le cadre de la recherche INRP sur la Charte "Bâtir l'école du XXI^e siècle", les enseignants de Saint Martin le Châtel ont témoigné de leur volonté de palier aux difficultés rencontrées par les élèves à s'exprimer, tant à l'oral qu'à l'écrit en œuvrant au développement de la communication entre les élèves d'une même classe mais aussi avec les autres élèves de l'école. Soucieux de développer les pratiques sociales et culturelles de l'école, ils ont d'abord mis en place des "Ateliers hebdomadaires décloisonnés de lecture-écriture". Or ces Ateliers, bien que favorisant indéniablement les échanges entre les élèves des quatre classes, ont mis en évidence la difficulté des élèves à repérer les enjeux cognitifs de ce type d'activités.

Forts de ces constatations et soucieux de diversifier les situations d'apprentissage, les enseignants de Saint Martin le Châtel se sont ainsi donnés un nouveau projet d'école : "*En créant, communiquant, expérimentant, qu'est-ce que j'apprends ?*". Celui-ci marque la volonté des enseignants de produire des discours de types différents dans des situations d'apprentissage variés, avec de véritables enjeux de communication. Le dispositif est ainsi étendu aux sciences physiques, à la biologie et aux mathématiques par le biais d'"Ateliers scientifiques".

Objectifs du dispositif général

L'objectif premier de ce dispositif est de mettre les élèves en situation de recherche par le biais d'un ou de plusieurs problèmes qui constituent pour eux un défi intellectuel et dont la résolution s'appuie sur un travail collectif en sciences. Les élèves sont ainsi amenés à élaborer eux-mêmes des procédures de résolution, à émettre des hypothèses qui seront débattues, critiquées, modifiées ou validées.

Plus encore, ces "Ateliers" sont construits par les enseignants et reconnus par les élèves comme des moments de communication et de production privilégiés. Les élèves travaillent et réfléchissent ensemble au problème à résoudre puis après, sa résolution, élaborent des exposés qu'ils iront ensuite présenter aux élèves des autres classes de l'établissement.

¹⁰ Nous reprenons dans ce paragraphe I la présentation du dispositif proposée dans notre mémoire de DEA (2002)

L'originalité de ce dispositif ne réside bien sûr pas dans le caractère "expérimental" des situations d'apprentissage qu'il met en place mais plutôt dans le lieu d'échange qu'il constitue. Ces échanges sont finalisés par une contrainte de communication qui conduit les élèves à formaliser leurs connaissances. Le dispositif permet ainsi aux élèves de revenir sur ce qu'ils pensent avoir appris et de le faire partager aux élèves des autres classes. Ces moments "portes ouvertes" sont construits comme des exposés interactifs qui prennent généralement la forme de jeux ou d'énigmes et donnent souvent lieu à des débats au sein de chaque classe, permettant des retours sur les objets cognitifs abordés et les modalités de communication. Pour parvenir à élaborer leurs communications, les élèves doivent auparavant, sur plusieurs séances, parvenir à résoudre les problèmes posés en construisant progressivement les connaissances requises par la situation à travers des échanges dont nous verrons toute la complexité. C'est cette complexité que notre travail de thèse s'applique à analyser et à modéliser.

I.3. Nos axes de travail

Proposant la mise en place de formes de travail originales, le dispositif d'Atelier scientifique de l'école de Saint Martin le Châtel nous a semblé constituer un objet de travail intéressant dans la mesure où, tant dans les phases de recherche et de formulation que dans l'organisation d'échanges¹¹ entre élèves sur les connaissances acquises au cours de l'Atelier, il conférerait aux jeux de langage une place centrale dans les situations d'apprentissage.

Toutefois, ce dispositif constitue un cadre de recherche particulier. En effet, il n'est pas le fruit d'une ingénierie didactique que nous aurions élaborée au regard de nos préoccupations de chercheur mais a été construit de façon autonome par les enseignants de l'école en réponse à des préoccupations toutes autres, ne pouvant constituer telles quelles des objets de recherche. Rompant avec les méthodes classiques de mises en place d'expérimentation en classe, nous avons donc construit nos objets d'étude au fur et à mesure de l'observation de la réalisation du dispositif.

¹¹ Nous précisons dès maintenant que, devant l'ampleur du corpus réuni et au regard des axes d'analyse élaborés au cours de notre travail, la recherche que nous présentons dans cette thèse sera particulièrement centrée sur le rôle du langage et l'étude de la position de l'enseignant dans les activités de recherches de l'Atelier. Cette recherche pourra dans un second temps être complétée d'une étude des échanges inter classes que nous n'aborderons que très partiellement ici.

Après près d'une année d'observation en classe, nous nous sommes d'abord centrés sur une séance de l'Atelier de géométrie mis en place dans la classe de CM1 – CM2 de l'école. Nous nous sommes alors efforcés d'identifier, dans les débats observés, les phases argumentatives élaborées par les élèves, d'en analyser le fonctionnement opératoire et cognitif afin d'évaluer ce que permettait la mise en place de ces argumentations en terme d'apprentissage. Cette première étude a donné lieu à un mémoire de DEA (Mathé, 2002) et d'un article (Mathé, 2004). Mais l'intégralité et la richesse du dispositif n'avaient alors été que partiellement exploitées. Nous avons donc choisi de poursuivre le travail amorcé en faisant de l'analyse de ce dispositif un objet d'étude de thèse.

Nous présentons en partie 1.II, les cadres conceptuels choisis pour notre recherche. Nos axes de travail ont été ensuite les suivants :

Du côté de l'apprentissage, l'analyse des situations proposées, conçues comme des situations problématiques donnant lieu à des échanges entre pairs, prend pour cadre théorique la Théorie des Situations, permettant une étude précise des situations didactiques mises en place. Cette analyse figure dans la partie 2 de cette thèse.

Du côté du savoir, il est apparu que la question de la référence s'imposait en premier lieu comme une préoccupation centrale dans l'étude des conditions d'appropriation du vocabulaire spécifique de la géométrie, premier savoir mathématique visé par l'Atelier. Nous avons ainsi choisi de mener une analyse des conditions et des modalités de l'élaboration de références partagées dans un tel contexte. Cette analyse prend pour appui le cadre théorique de la sémantique logique, en nous limitant aux aspects relatifs au problème du caractère contextuel de la référence qui permet d'attribuer un sens aux termes susceptibles de désigner les objets de savoir. Elle figure en partie 3 de notre travail.

Enfin, dans l'optique de saisir et de comprendre les modalités de gestion des situations par l'enseignant ayant permis de faire fonctionner le langage en situation pour la construction d'un vocabulaire de géométrie spécifique et partagé, nous avons choisi de développer une analyse des gestes de l'enseignant dans le dispositif. Cette analyse propose en premier lieu une utilisation les travaux de Sensevy et al. (2000, 2002) qui offrent un cadre théorique pour l'étude des pratiques effectives. Elle s'appuie également sur les travaux de Dumas Carré, Weil Barais et al. (1998) qui, en proposant la caractérisation de la position de l'enseignant en classe en termes de tutelle ou de médiation, permettent une plus grande prise compte de la dimension interactive de la construction de connaissances en classe.

II. CADRES CONCEPTUELS

II.1. Cadres conceptuels pour l'analyse a priori des situations : différents niveaux de modèles de milieu dans la théorie des situations

Nous ouvrons cette partie consacrée aux cadres conceptuels de nos analyses par une présentation d'une partie des travaux d'Isabelle Bloch (Bloch, 2000, 2002) dont l'objet vise à la structuration de différents niveaux de milieu dans la théorie des Situations Didactiques¹². La présentation suivante s'inspire largement de son cours, issu des Actes de la XI^{ème} École d'Été de Didactique des Mathématiques. Nous utiliserons ce cadre conceptuel pour l'analyse a priori du dispositif étudié qui figure en Partie 2, III de cette thèse.

Partant du constat que la théorie des situations définit et utilise la notion de milieu dans des circonstances diverses et pour différents types d'analyses de savoirs et de situation d'enseignement - apprentissage, Bloch (2002) propose « une réorganisation des niveaux de modèles de milieux qu'utilise la théorie des situations pour prévoir et analyser des phénomènes d'enseignement ». « Il s'agit clairement d'une élaboration ayant pour but de classer les éléments théoriques « milieux » de la théorie des situations suivant leur nature (du côté du savoir, du côté de l'expérimentation ou du côté de la contingence) et leur fonctionnalité. » Bloch (2002) identifie ainsi différents niveaux de milieux de la théorie des situations, « le *modèle théorique du milieu des situations fondamentales* » et « le *modèle de milieu expérimental a priori* », et étudie les relations entre ces niveaux de milieux et leur relation à la contingence.

Bâti sur la théorie des jeux, le *modèle théorique du milieu des situations fondamentales* est celui qui, pour un savoir donné, vise à trouver un jeu qui le fasse fonctionner comme connaissance et qui permette l'institutionnalisation. Ce milieu théorique a pour but de permettre l'analyse du savoir et de chercher à construire des situations fondamentales. Rappelons que l'Atelier de géométrie, objet d'étude de cette thèse, est le fruit d'un projet d'école dans un contexte particulier de collaboration entre écoles primaires, INRP et laboratoires de recherche. Ce dispositif a été élaboré en amont de notre recherche par l'équipe d'enseignants de l'école. Le modèle théorique de milieu des situations fondamentales ne concerne donc pas directement notre étude, bien que l'analyse des savoirs en jeu, menée en Partie 2, II., permette clairement d'identifier en quoi la situation proposée par le maître ne peut prétendre au statut de situation fondamentale.

¹² Dans cette thèse, nous utiliserons librement les concepts de la Théorie de Situations Didactiques (Brousseau, 1998), devenus maintenant classiques en didactique des mathématiques.

Le modèle de milieu expérimental a priori est, quant à lui, celui où le jeu est identifié, le milieu antagoniste prévu, les variables pertinentes définies et les rapports entre ces variables également, même si la confrontation à la contingence amène parfois ensuite à introduire de nouvelles relations ou à invalider certaines relations. Ce second modèle prend en charge l'organisation effective de l'enseignement d'une situation parmi les scénarii envisagés. Ce modèle est relatif à l'expérimentation mais est destiné à l'analyse a priori. Bloch (2002, p.10) précise que « ce modèle n'est pas de nature empirique mais plutôt de nature expérimentale : il ne s'agit pas de partir de l'enseignement tel qu'il est mais plutôt de définir des possibles effectifs de l'enseignement, afin de pouvoir tester et falsifier ses hypothèses ». C'est le modèle qui nous intéresse ici et dont nous nous servons pour l'analyse a priori du dispositif d'Atelier de géométrie. Le modèle « a priori » permet entre autres d'anticiper et de prévoir des comportements, de fournir des références pour analyser les situations d'enseignement, qu'elles aient été construites comme des ingénieries ou non, d'analyser les connaissances mises en jeu dans la situation, les jeux possibles de l'élève et les jeux du professeur. Bloch (2002, p.10) ajoute qu'« il faudra aussi que ce niveau de modèle déclare quels sont les observables qui permettront de rendre compte de l'adéquation de l'expérimentation à la situation prévue, autrement dit la forme que devront prendre les interactions des élèves avec le milieu et ce que le chercheur en déduira ».

L'outil d'analyse du milieu expérimental est la *structuration du milieu*. Rappelons le schéma de Margolinas (1995, p.96), repris et complété par Bloch (2000, p.76) :

M3 : M-de construction		P3 : P-noosphérique	S3 : Situation noosphérique	sur didactique
M2 : M-de projet		P2 : P-constructeur	S2 : Situation de construction	
M1 : M - didactique	E1 : E-réflexif	P1 : P-projecteur	S1 : Situation de projet	
M0 : M-d'apprentissage	E0 : Élève	P0 : Professeur pour l'élève	S0 : Situation didactique	a- didactique
M-1 : M - de référence	E-1 : E-apprenant	P-1 : P en action	S-1 : Situation d'apprentissage	
M-2 : M-objectif	E-2 : E-agissant	P-2 : P observateur	S-2 : Situation de référence	
M-3 : M - matériel	E-3 : E-objectif		S-3 : Situation objective	

La fonction essentielle de ce schéma est de donner un outil d'analyse pour prévoir les interactions entre élève et milieu, à travers les connaissances mises en jeu à chaque niveau.

Pour notre étude, le dispositif étudié ayant été construit en amont par l'équipe d'enseignants de l'école, notre analyse a priori se centrera sur la réalisation des situations, du point de vue des élèves, c'est-à-dire la partie « a-didactique » du schéma ci-dessus.

Dans une analyse ascendante (Margolinas, 1995), nous nous forcerons d'identifier les différents niveaux du milieu des élèves et les caractéristiques de leurs interactions avec ces milieux lors de la réalisation des situations. Nous nous proposons de rappeler ici brièvement la caractérisation des niveaux de milieux qui nous intéressent ici, nous reprenons les caractérisations résumées par Maurel et Sackur (2002) :

- Le *milieu matériel M-3* contient les objets matériels de la situation. Il doit permettre aux élèves d'entrer dans la tâche et d'agir avec leurs connaissances, mais ne comporte pas d'enjeu mathématique. La situation S-3 correspondant au milieu matériel n'est pas une situation finalisée du point de vue des connaissances.

- Le *milieu objectif M-2* doit permettre aux élèves de se poser des questions. Par action sur le milieu objectif, les élèves doivent pouvoir développer des stratégies et les rétroactions du milieu doivent leur permettre de valider ou d'invalidier leurs actions. Le milieu objectif contient essentiellement les connaissances dont les élèves doivent disposer pour pouvoir interagir de façon satisfaisante avec le milieu. La situation de référence S-2 s'établit par rapport à l'élève agissant.

- Les stratégies développées par les élèves dans le milieu M-2 deviennent dans la situation de référence S-1 des énoncés. Le *milieu de référence M-1* est constitué de ces énoncés et des validations théoriques qu'ils peuvent recevoir, grâce aux connaissances initiales ou grâce à celles qui ont été développées dans l'interaction avec le milieu objectif. D'après Bloch (2000, p.82), le milieu de référence est celui où « les connaissances de l'élève se transforment en savoirs (en connaissances utiles), où il saisit ce qu'il y a à comprendre – à ce niveau – de la situation ».

- Le *milieu d'apprentissage M0* est un milieu pour l'institutionnalisation par le professeur. Celui-ci déclare le savoir auquel les situations précédentes ont permis d'arriver et l'inscrit dans la mémoire de la classe.

Nous le percevons à travers cette rapide présentation, ce sont les changements de milieu qui font que les problèmes trouvent une solution et la solution n'est que le produit de ces changements. La résolution du problème par l'élève est aux changements de milieu (Bloch, 2002, p.13). L'élève ne trouve pas les changements de milieux mais trouve les solutions qui les accompagnent. Ce faisant, il manifeste des connaissances et la structuration du milieu permet d'analyser a priori ces connaissances. L'analyse en termes de niveaux de milieu permet donc de mettre en évidence l'adéquation ou non des différentes phases prévues de la situation et les lacunes potentielles de chacun de ces niveaux. Les questions que nous nous poserons alors sont les suivantes (Bloch, 2002, p.14) :

- Les élèves possèdent-ils les connaissances préalables qui leur permettront de comprendre le jeu et de se l'approprier ?
- Le jeu est-il bien organisé pour que les élèves soient effectivement confrontés à leur ignorance et à la nécessité des connaissances visées ?
- La situation a-t-elle des chances de fonctionner comme prévu ? Produira-t-elle les effets escomptés en termes d'apprentissage des élèves ?
- Quels devront être les apports du professeur en termes de connaissances et savoirs pour que la situation débouche sur le savoir visé ?

Une analyse comparative de l'analyse a priori ainsi construite avec le déroulement effectif de la situation (Partie 2, IV) nous permettra alors de mesurer les écarts entre le dispositif tel qu'il a été conçu et sa réalisation. Nous pourrons ainsi contrôler si le jeu des élèves avec les milieux est bien celui qui était prévu et en repérer éventuellement les variantes.

II.2. La sémantique logique, un premier cadre conceptuel pour l'analyse des interactions langagières

Nous présentons dans ce paragraphe le cadre théorique nous servant de référence pour comprendre le rôle joué par le langage dans l'élaboration de connaissances relatives au vocabulaire de géométrie au sein de l'Atelier étudié ici. Ce paragraphe constitue donc le point d'ancrage de l'analyse de l'Atelier de géométrie en termes de « jeux de langage », figurant en Partie 3.II de cette thèse. Outre l'étude directe des ouvrages de référence, le présent exposé théorique des principes de la sémantique logique que nous utiliserons dans notre analyse s'appuie sur les travaux de Pierre Clément, Jean-Loup Héraud et Jean-Pierre Errera (2004), Claude Tisseron (2005) et sur les articles de Héraud et Errera (2006) figurant dans l'ouvrage collectif auquel nous avons participé (Durand-Guerrier, Héraud, Tisseron (coord.), 2006). L'étude de la thèse de l'indétermination de la traduction chez Quine s'est également nourrie des travaux du philosophe Bruno Ambroise (2002).

Les outils de la sémantique logique se sont construits tout au long du XX^e siècle à partir des recherches de Frege, puis des travaux d'auteurs tels que de Russel, Wittgenstein ou Quine par exemple. La sémantique logique se distingue de la sémantique linguistique dans la mesure où, si le langage constitue son objet d'étude, « il ne s'agit pas tant de connaître le langage que de savoir ce qu'on peut connaître par le langage » (Nef, 1991, p.10) : le langage n'est pas un objet d'étude en tant que tel mais en tant qu'instrument de connaissance. La sémantique logique s'intéresse à la fonction cognitive du langage, c'est-à-dire à sa capacité à signifier des référents extra-linguistiques. Dans ce cadre théorique, le langage est fondamentalement corrélé à des objets référentiels, formels ou physiques, objets du monde qui ont une existence hors du langage.

La sémantique logique s'est développée en rupture avec les théories de la représentation mentale. L'approche proposée par ce cadre théorique consiste en effet à déplacer l'étude du fonctionnement cognitif en reportant l'activité de la pensée du monde de la représentation mentale à celui de l'expression linguistique et de sa fonction significative. Ainsi, la question posée par la sémantique logique n'est plus de savoir comment le réel peut se représenter dans le milieu interne de la pensée mais comment le langage peut représenter le monde de façon partagée et opératoire. Libérée de l'activité mentale s'interposant entre le sujet et le monde et passant outre cette doublure qu'est la représentation, la sémantique logique propose d'analyser les mécanismes logiques qui relient dans l'usage cognitif du

langage *signe, sens et référence*. La sémantique logique consiste en l'étude des *mécanismes logiques de la référence* (ou de la signification).

Nous verrons en quels termes Frege, dès 1892, critique les théories de la représentation mentale et met en évidence la fonction référentielle du langage. Nous présenterons trois façons d'appréhender le caractère contextuel de la référence : dans le contexte de la proposition chez Frege, dans le contexte des *jeux de langage* chez Wittgenstein, selon la thèse de *l'indétermination de la traduction* chez Quine.

II.2.1. La fonction référentielle du langage chez Frege

Une position proposant une alternative aux théories de la représentation mentale

Jocelyne Benoist (2004) rappelle que le mouvement de la sémantique logique est né du rejet formulé par des auteurs tels que Frege, Husserl, Russel, des théories de la représentation mentale et de l'explicitation, en contrepartie de l' « exigence de la référence » :

Quelque chose se passe à la fin du siècle dernier [le XIX^e siècle] en logique et en théorie de la connaissance. Toute une série d'auteurs dont les noms vont compter au XX^e siècle dans ces domaines, que ce soit dans un camp ou dans l'autre de la philosophie contemporaine, vont se trouver tous d'accord sur un point fondamental : il faut rompre avec le psychologisme de la logique traditionnelle. Cette thèse anti-psychologiste, qui n'est pas la seule assurément, mais qui a triomphé, se présente essentiellement sous les auspices de ce qu'on pourrait appeler une *exigence de référence*. Il faut bien que notre discours, nos mots, renvoient à quelque chose, qu'il y ait quelque chose « en face d'eux » qui ne se dissolvait pas dans le brouillard de nos représentations. *Donc*, l'explication traditionnelle de la logique (en termes de représentations et d'opérations mentales, sans prise en compte de la référence extérieure à cet univers) est inacceptable. (op. cité, p. 86)

Le mathématicien et philosophe allemand Gottlob Frege (1848-1925), puis tous les auteurs de la sémantique logique, condamnent l'idée selon laquelle la connaissance ne procède que d'une activité interne à la pensée, dans le milieu de la représentation mentale. Il ne s'agit pas pour Frege de remettre en cause l'existence de représentations, mais de leur refuser toute valeur objective, parce qu'elles sont la propriété intime et ineffable de la subjectivité des individus. :

Il n'y a pas d'obstacle à ce que plusieurs individus saisissent le même sens ; mais il ne peut y avoir la même représentation (...) car on ne saurait réunir ces représentations dans la même conscience. (Frege, 1971, p.106)

A l'inverse, le langage, public de part en part, est le siège unique du sens identique pour tous. Fondateurs de la sémantique logique, Frege et Russel, malgré leurs divergences théoriques, ont fortement contribué à mettre en évidence la fonction référentielle du langage,

c'est-à-dire sa capacité à parler d'autre chose que de lui-même, et le caractère objectif de la référence :

L'essentiel du langage, c'est qu'il signifie, c'est-à-dire qu'il est en relation avec quelque chose d'autre que lui-même qui, en principe, est d'un autre ordre que le langage. (Russel, 1961, p. 15)

Tous semblent partager [...] la même idée d'objectivité de la référence, de son extériorité par rapport à la représentation et à l'acte de discours lui-même, et ils y ont arrimé, à des titres divers, les fondements d'une nouvelle philosophie de la logique. (Benoist, p.88)

Pour cette thèse anti-représentationniste, chacun de nous construit un monde de représentations sous forme propositionnelle, largement structurée par le langage. Ce monde est toujours singulier, même s'il est socialisé, notamment par le langage. C'est dans l'histoire individuelle de chacun de nous que se perpétue et se rejoue en permanence la signification du langage.

Nous retiendrons pour notre propos deux idées fortes de Frege :

En premier lieu, les énoncés sont directement représentatifs des objets de connaissances, sans passer par la médiation d'une quelconque représentation, double (ou reflet) de la réalité dans l'intériorité de la pensée. Pour Frege, quand je parle, je ne parle ni de ma représentation, ni des mots, mais des objets, formels ou physiques, qui ne sont ni objets linguistiques, ni objets mentaux mais objets présentant un mode d'existence extra-linguistique :

En disant le mot « la lune », il n'est pas dans notre intention de parler de notre représentation de la lune, et nous ne nous contentons pas non plus du sens ; nous supposons une dénotation. On manquerait précisément le sens si l'on voulait croire que la proposition « la lune est plus petite que la terre » parle d'une représentation de la lune. Si telle était l'intention du locuteur, il emploierait la tournure « ma représentation de la lune ». (Frege, 1971, p. 107-108)

En second lieu, l'abstraction a lieu directement sur le terrain du langage, c'est-à-dire dans le fonctionnement et la structure de celui-ci. Son explicitation en termes de formalisation logique contribue alors à en clarifier les ambiguïtés et obscurités. Frege est le premier à avoir décrit les mécanismes logico-linguistiques de la référence. Pour montrer comment la logique du langage met en œuvre cette fonction référentielle, il propose quelques considérations capitales, que nous présentons ici.

Distinction entre sens et référence

Isolant la proposition comme unité de base composant tout discours de caractère scientifique¹³, Frege distingue dans la forme logique de la proposition son *sens* (linguistique) et sa *référence* (objective). Le sens est ce que dit la proposition, la référence est ce dont elle parle. La référence est donc un objet extra-linguistique. Par exemple, les expressions arithmétiques $4 + 4$ et $10 - 2$ ont un sens totalement différent mais désignent la même référence : le nombre 8.

Si l'on considère le lien entre référence et sens, la valeur cognitive du sens est double : le sens est le « mode de présentation » de l'objet (ou référence) ; le sens est le moyen de connaître la référence et de construire un discours à son propos : plus un objet est capable de sens divers, plus sa connaissance est riche.

En rattachant le sens à la référence, Frege déconnecte donc radicalement le sens de la représentation du sujet. Il maintient le sens sur le plan linguistique et lui enlève toute part de variabilité subjective. Le sens est toujours objectif et c'est à partir du sens que se construit la connaissance, et non à partir de la représentation, toujours singulière et difficile à communiquer. Au contraire, la représentation individuelle se construit alors à partir du sens, elle en est une modification secondaire, particulière au sujet.

Cette distinction entre sens et référence est capitale du point de vue didactique si l'on ne veut pas occulter que des sens contradictoires correspondant à divers contextes d'interprétation peuvent se rapporter au même objet. Or, la prise en compte de ce phénomène nous semble essentielle si l'on veut comprendre l'origine des difficultés rencontrées par les élèves de l'Atelier à saisir les références spécifiques désignées par les mots du vocabulaire de la géométrie et, plus généralement, la « manière de voir » les solides dans ce cadre spécifique. Nous analyserons les origines de ces difficultés dans la Partie 3.II de cette thèse.

Distinction entre concept et objet

Pour Frege, le concept se définit par son *extensionnalité*, les extensions de concepts étant des objets, et non des concepts. Reprenant un exemple cher à Frege, considérons la proposition « Vénus est une planète ». L'objet « Vénus » se trouve en position de sujet (grammatical) et le concept « être un planète » en position de prédicat (ici, attribut). Le concept a pour particularité d'être indépendant, incomplet, insaturé et en besoin de complément : Vénus est une planète mais il y en a bien d'autres. Un concept comprend une

¹³ La proposition prédicative énonce des propriétés d'objets (non les actions ou attitudes des sujets), elle présente un contenu informatif qui se veut objectif et donne donc lieu à un acte de jugement sur sa valeur de vérité (par exemple, « le carré est une figure plane »).

suite plus ou moins grande d'objets. Au contraire, un objet (tel que Vénus) est indépendant, complet, saturé, suffisant. Une proposition est alors nécessairement composée de deux parties syntaxiquement opposées : la fonction du nom propre est de désigner l'objet, la fonction du prédicat est de désigner le concept. Pour Frege, la proposition présente une dissymétrie radicale : le concept, élément central du discours, ne possède aucune valeur de connaissance s'il n'est pas rempli par des objets ; l'objet n'est pas connaissable tant qu'il n'est pas englobé dans un concept dans le contexte d'une proposition. Vénus est un nom propre qui désigne un seul et unique objet, « planète » est un concept qui n'est rien tant qu'il n'est pas rattaché à des objets particuliers. Le concept n'est pas observable : on ne peut voir qu'un ou plusieurs exemples de planètes. De même, si l'on considère la proposition « 5 est un nombre impair », 5 est le nom propre désignant le nombre 5, unique. 5 est un exemple d'objet appartenant au concept « nombre impair ».

Dans le contexte d'une proposition, un même mot peut prendre soit la fonction d'un nom propre, soit celle d'un concept. Dans la proposition « ABCD est un carré », ABCD est un nom propre désignant un objet unique et l'expression « est un carré » est un concept qui peut s'appliquer à d'autres objets que ABCD. Dans l'expression « le carré est une figure plane », le carré revient en position de nom propre désignant ici non pas un unique objet mais n'importe quel objet inclus dans l'unique famille des carrés. Frege note que, généralement, le langage naturel marque la différence de valeur logique : l'article indéfini « un » est le signe d'un mot utilisé comme concept, l'article défini (le ou la) est le signe d'un mot utilisé comme nom propre. Toutefois, la distinction n'est pas toujours si facile à opérer : dans la proposition « le carré est une figure plane » par exemple, « le carré » peut désigner un carré que je vois (le carré ABCD par exemple) ou n'importe quel objet de la famille des carrés suivant ce dont on parle. La même expression nominale « le carré » est passée de nom propre à nom générique. On voit ainsi combien le contexte dans lequel est utilisée la phrase induit une interprétation particulière, c'est un aspect de la dimension contextuelle de la référence [un autre est dans les références extérieures à ce dont on parle]. Or, ces distinctions sémantiques, qui restent inaperçues si l'on reste sur l'analyse de la grammaire au sens habituel, sont capitales pour analyser la valeur cognitive des énoncés dans un contexte d'apprentissage de connaissances. Du nom propre au concept, de l'objet singulier au l'extension du concept, un même mot est susceptible de changer de référence. Pour la didactique des jeux de langage, que l'on puisse changer le sens d'un même terme en l'utilisant soit comme nom propre d'un objet, soit comme concept, soit même comme nom propre d'un concept en position de sujet, est d'un intérêt majeur pour l'apprentissage des concepts, mathématiques en particulier et constitue la source des *paradoxes sémantiques*, envisagés comme des conflits de significations dans le

langage : des objets identiques peuvent relever de concepts différents, des objets différents peuvent relever d'un même concept, le même mot peut désigner des références différentes, voire opposées.

En résumé, la sémantique logique se donne pour objectif d'étudier les conditions qui confèrent au langage la capacité directe de référer au monde et au réel. Dans ce cadre, le parti-pris de la philosophie sémantique consiste à penser que les objets de discours ne se réduisent pas à des concepts et que les concepts ne sont pas des idées générales qui suffiraient à représenter et à comprendre le réel : vides de contenu, les concepts sont demandeurs d'objets pour exister. En conséquence, Frege, et la sémantique logique traditionnelle, voit la proposition comme nécessairement marquée par une opposition entre l'objet et le concept.

Comme le montre cette présentation, le principe de contextualité chez Frege se trouve limité à l'unité sémantique de la proposition, indépendamment des conditions de son énonciation.

II.2.2. Le langage comme partie de l'activité humaine : la notion de jeu de langage chez Wittgenstein

Dans les *Investigations philosophiques* (ouvrage de sa *Seconde Philosophie*), le philosophe autrichien Ludwig Wittgenstein (1889-1951) s'oppose à l'idée selon laquelle les mots et expressions de notre langage courant renvoient à un ensemble fini de significations. La question n'est alors plus de savoir ce que signifient les mots ou phrases mais d'étudier comment décrire l'utilisation que nous faisons du langage afin de rendre compte de la signification des mots ou phrases. Pour Wittgenstein, connaître la signification d'un mot ou d'une phrase consiste à les comprendre. Et les comprendre, c'est être capable de les utiliser : *la signification d'un mot est son usage dans le langage*. La signification d'un mot ne réside pas dans sa référence concrète, mais dans son emploi dans le langage. Wittgenstein interprète à présent le langage à l'aide du *jeu de langage* : les significations prennent corps dans une multiplicité de *jeux de langage*, sans que jamais l'on ne puisse fixer l'élément commun qui les réduirait à l'identité. Wittgenstein élargit la notion de contexte en considérant le parler comme une partie au sein d'une activité ou d'une « forme de vie » : « Le terme « jeu de langage » est destiné à insister sur le fait que parler un langage est une partie d'une activité ou d'une forme de vie. » (Wittgenstein, 1945, §23). Décrire un objet d'après son apparence, ou d'après des mesures, construire un objet d'après une description (dessin), rendre compte d'un processus,

traduire d'une langue dans une autre, demander, remercier, jurer, saluer, prier, voilà la diversité des jeux de langage.

Comme les figurines du jeu d'échecs, les mots sont fixés dans le langage par des règles. Ces règles de la grammaire (du jeu) ne peuvent pas être privées. Il est impossible qu'une règle ne soit suivie qu'une unique fois. Comme une sensation privée ne peut faire partie d'un *jeu de langage*, sa désignation est sans signification. La signification des mots est réglée par l'usage commun que nous en faisons.

Ce que nous entendons par « vérité » et « réalité » est constitué par notre manière d'utiliser ces mots dans la vie courante. Nous avons une fâcheuse tendance à avoir une conception absolue du monde, comme si la vérité et la réalité étaient dépendantes de nous. La « vérité » et la « réalité » sont constituées par nos jeux de langage : si un lion pouvait parler, nous serions incapables de le comprendre car la manière de parler du lion ferait partie d'une forme de vie si différente de la nôtre qu'elle n'aurait aucun sens pour nous. Le lion aurait sa propre conception de la réalité, différente de la nôtre. Le lion et nous aurions chacun notre idée sur ce qui est correct, en fonction de nos formes de vie.

En affirmant que toute signification est produite en suivant les règles d'un *jeu de langage*, Wittgenstein gomme purement et simplement les deux traditions philosophiques du rationalisme et de l'empirisme, car toutes deux reposent sur la description du contenu *privé* de l'esprit, et critique l'extériorité de la référence.

Une critique majeure contenue dans sa thèse consiste par ailleurs à montrer que la proposition n'a pas de sens complet par elle-même car elle est toujours sous-déterminée et comporte en puissance une pluralité de jeux de langage possibles. Que le sens d'une phrase soit immédiat ne veut absolument pas dire qu'il soit le même pour tous. Des contextes différents peuvent par exemple induire à valider la vérité de la phrase « Moïse n'existe pas » tout en étant en désaccord sur le sens de la phrase. Nous insistons sur l'idée introduite par Wittgenstein selon laquelle le langage est toujours inclus dans la globalité d'une pratique linguistique et extralinguistique et ne peut être dissocié de l'activité humaine qui se trouve en jeu dans son usage. Les jeux de langage ne sont pas uniquement linguistiques : apprendre un langage c'est non seulement apprendre le fonctionnement de la langue mais aussi apprendre une « forme de vie ». Considérée au plan de l'apprentissage, cette thèse permet à Wittgenstein de réaffirmer que l'on apprend dans la pratique et par la pratique, à partir de l'activité qui nous est transmise par le maître. Elle met donc en cause l'idée selon laquelle la compréhension des significations passe par une activité mentale d'ordre réflexive, fonctionnant dans l'intériorité de la pensée.

Enfin, pour l'étude de l'Atelier de géométrie qui nous intéresse ici, nous retiendrons la thèse émise par Wittgenstein consistant à montrer que les signes linguistiques ont la capacité de pouvoir se diversifier et se distribuer dans plusieurs systèmes symboliques. Comme nous le verrons dans la troisième partie de cette thèse à propos des termes du vocabulaire de géométrie, les mots peuvent signifier plusieurs choses. Plus encore, ce fonctionnement symbolique ne réfère pas directement aux objets, au réel, mais aux activités humaines. Les *jeux de langage* ne fonctionnent alors jamais isolément mais, au contraire, sont interdépendants : ils fonctionnent sur la base de conflits ou d'affrontement de significations renvoyant à des formes de vie des expressions correspondant à des mondes différents. Le *jeu de langage* représente donc le contexte d'usage qui délimite la signification particulière d'un mot, de façon non arbitraire car cette signification correspond à une règle partageant le sens du non-sens. Dans ce sens, Malherbe (1982) décrit le *jeu de langage* comme une totalité dans laquelle les signes linguistiques, les activités humaines et les objets forment une unité solidaire, il présente donc une triple dimension symbolique (manipulation de signes), anthropologique (liée à une pratique humaine universelle), objective (délimitation d'objets).

Comme le précisent enfin Héraud et Errera (2006), étudier un *jeu de langage*, c'est étudier les règles définissant le bon usage des mots dans un contexte déterminé. Le *jeu de langage* est une activité pratique que l'on expérimente dans le dialogue interactif. La mésestimation des règles d'usage peut alors entraîner non seulement l'incompréhension, mais aussi, de façon plus grave, la fausse compréhension dont on ne sait pas qu'elle existe. Le maniement approprié de jeux de langage permet alors de les démêler, de les clarifier, de les identifier.

II.2.3. L'indétermination des significations : la thèse de l'indétermination de la traduction de Quine

Pour Willard van Orman Quine, philosophe logicien américain (1908 - 2000), le langage ordinaire est dès l'origine une forme de connaissance, une structuration du monde, une vision du monde. Apprendre quelque langage que ce soit, c'est percevoir le monde d'une certaine façon, en prendre connaissance selon certaines modalités. Le langage passe par une théorisation du monde, consistant à y construire ou à y projeter des objets théoriques. A l'intérieur de la communauté linguistique, le langage, comme la connaissance du monde qu'il nous offre, est partagé et commun : en apprenant le langage, nous apprenons à voir le monde comme les autres, donc à connaître le monde comme les autres, avec la même vision du

monde : nous sommes « dressés » dans et par le langage ordinaire propre à notre communauté à voir parce qu'à dire le monde comme les autres.

De la même façon, la science est pour Quine une construction historique dérivant du langage : elle est un ensemble linguistique systématisé à partir du langage ordinaire, chargée d'explicitier en une synthèse rigoureuse et cohérente les faits rapportés par le langage ordinaire. La science se construit donc à partir d'énoncés observationnels qu'elle confronte, systématisé et tente d'expliquer. Elle est le résultat cumulé de l'apprentissage et des expériences et se modélise sous la forme de dispositions, d'habitudes solidement ancrées : « La science est un prolongement du sens commun, et elle utilise la même tactique que le sens commun » (Quine, 1996, p.119). Il s'agit alors pour la science d'inclure l'ensemble de nos sensations, via des énoncés observationnels, dans un système explicatif qui devra en rendre compte. Ces énoncés observationnels, voire d'autres qui s'en déduisent, constituent les énoncés de base sur lesquels pourront se construire des raisonnements ultérieurs. Cette construction des prémisses, (on dit des axiomes en mathématiques) constitue la première étape du fondement de toute science.

Ce qui distingue la science du sens commun, c'est son caractère beaucoup plus systématique (et non pas un caractère plus théorique) : elle recherche une unité et une simplicité de la théorie, dont la connaissance ordinaire se passe plus volontiers. Toutefois, ne perdons pas de vue que la science n'est pas un pur jeu de langage, ni un simple arrangement systématique d'énoncés, elle est aussi explication du réel : elle fait référence au réel par des énoncés d'observations sur lesquels les scientifiques peuvent se mettre d'accord, tant qu'ils parlent le même langage. Pourtant, les deux thèses principales de Quine, la sous-détermination empirique et l'indétermination de la traduction, se teintent d'un indéniable relativisme.

Bien que les énoncés observationnels constituent à la fois le point de départ et le point d'arrivée d'une théorie, Quine soutient que ces énoncés ont pu changer de signification ou de statut lors de et par l'élaboration de la théorie. S'opère en effet, au cours du développement scientifique, une réorganisation des énoncés observationnels qui les inclut dans une trame de raisonnement qui en change éventuellement le sens, les énoncés observationnels acquièrent alors un autre statut qui peut modifier complètement la compréhension des mots dont ils sont composés. L'énoncé observationnel « le soleil se couche » ne veut plus dire la même chose aujourd'hui qu'il y a quelques siècles : on ne comprend plus la même chose parce que la théorie, dont fait partie cette observation et qui la sous-entend et contribue ainsi à lui donner du sens, n'est plus la même. Sous l'expression de *sous-détermination empirique*, Quine émet donc l'idée selon laquelle les liens avec l'observation sont relativement lâches : on ne peut pas

changer les données des sens, les « stimulations sensorielles », mais on peut les interpréter différemment en fonction de leur insertion à une théorie (ou vision du monde) à laquelle nous sommes attachés.

Conséquence de la *sous-détermination de l'empirique*, deux ensembles d'hypothèses incompatibles, parce que reposant sur des théories (ou façons de voir le monde) différentes peuvent rendre compte, selon des critères tout à fait scientifiques, des mêmes données sensorielles : « Si l'on peut rendre compte de tous les événements observables en une théorie scientifique d'ensemble - un système du monde, pour faire écho à l'écho newtonien de Duhem - nous pouvons nous attendre à ce que l'on puisse également en rendre compte dans un autre système du monde en conflit avec le premier » (Quine, 1975, p. 313). Si l'on effectue une clarification ontologique (*du discours portant sur les objets*) de ces deux théories, on est alors conduit à deux ontologies différentes pour rendre compte des mêmes simulations sensorielles. Reprenons l'exemple célèbre de l'expression « Gavagai » : Quine imagine un linguiste qui, ne connaissant rien d'une langue étudiée, se trouve impuissant à traduire de façon certaine et univoque l'expression « Gavagai », pourtant relative à une observation partagée et qui semble évidente : un lapin qui détale. Le linguiste essaye de traduire cette expression, c'est-à-dire qu'il essaye de rendre compte dans son propre système linguistique d'un certain comportement linguistique des indigènes. Étant donné les circonstances, il semble légitime de la traduire par « tiens, un lapin » ou par « voilà un lapin ». Pour autant, est-on capable de comprendre l'ontologie de la langue indigène, c'est-à-dire de voir à quel type d'objet elle fait référence ? La thèse de Quine est que c'est impossible et qu'en l'occurrence, l'expression pourrait tout aussi bien être traduite par « voilà le lapin » (celui-là en particulier), « du lapin » (matière animale uniforme), « un lapin » (un élément quelconque de la famille des lapins), « une partie de lapin », « un segment temporel de lapin »... Parce qu'il n'y a pas d'élément déterminant qui permette de choisir l'une ou l'autre interprétation, puisque « l'observation réelle ou possible ne permet pas de décider en faveur d'une théorie ou d'une autre » (Laugier, 1995, p.84), d'une traduction ou d'une autre, il est possible que plusieurs hypothèses de traductions incompatibles soient correctes, et donc que des traductions assumant des ontologies différentes soient correctes. La reconstruction des fonctions de vérité à partir de l'assentiment présuppose ce que Wittgenstein appellerait un « accord dans le langage ». Le critère d'assentiment n'est ni sémantique, ni physique : il est indissolublement social et dispositionnel.

Quine et Wittgenstein se rejoindraient ainsi dans une forme de « dispositionnalisme social ». Wittgenstein et Quine sont des penseurs très différents, notamment à cause de l'irréductible empirisme de Quine, mais ils soutiennent tous deux que nous nous accordons

dans le langage, et c'est cet accord *dans* le langage qui seul donne leur sens aux mots. Toutefois, l'accord de communauté, « l'accord dans le langage », tel que Wittgenstein (1945) l'évoque, semble antérieur à cette forme première d'assentiment appelée *usage*. Ceci constitue une limite à ce parallèle entre Quine et Wittgenstein. Chez Wittgenstein, l'accord dans des jugements est inséparable de la pratique linguistique. La logique est obvie selon Quine dans notre communauté linguistique parce que les vérités logiques y rencontrent l'assentiment universel, et parce que l'assentiment à ces vérités définit l'appartenance à une communauté de locuteurs. Le critère n'est plus comportemental (car le critère comportemental est toujours « défaisable » et ne détermine rien), il est social.

Mettant ainsi en évidence que ni les mots ni les expressions n'ont de signification fixe, univoque et universelle, Quine dénonce explicitement et avec force « le mythe de la signification » - expression que Quine reprend à Wittgenstein. Au début du *Mythe de la signification*, Quine se « propose de démontrer que la notion de signification d'une façon générale est à la fois mal fondée et superflue », et dans la discussion qui suit, affirme : « Mes objections s'adressent principalement à Church, Carnap, Frege. (...) C'est bien aux théories que j'en ai : aux théories des philosophes sur la signification ». La pluralité des traductions acceptables face à une observation partagée montre en effet l'impossibilité de savoir précisément de quoi l'on parle. La référence est alors dite inscrutable, c'est-à-dire inobservable en tant que telle en dehors de notre discours. Ceci ne veut pas dire qu'il n'y ait rien à voir, mais au contraire, qu'il y a tellement de choses à voir que l'observation est impuissante à départager, parmi les références acceptables, celle dont on parle. De plus, la traduction est certes indéterminée mais n'est pas arbitraire : elle est conforme à un cadre langagier, et donc à une vision du monde donnée.

L'extension de ces conclusions à la science nous amène à penser que l'indétermination de la traduction s'applique également aux théories scientifiques divergentes mais empiriquement équivalentes : il est possible de rendre compte de données observables dans des théories scientifiques logiquement incompatibles mais vraies et ayant conséquemment des ontologies différentes. Ces deux théories seraient alors des traductions différentes, parmi de multiples possibles, de mêmes événements. Quine semble ainsi ouvrir la voie d'un relativisme culturel : dire que plusieurs théories incompatibles sont possibles et valides, n'est-ce pas dire que la science ne délivre des vérités que relativement à un langage particulier ? N'est-ce pas nier les prétentions universalistes de la science ? En réalité, Quine écarte la menace de relativisme de la connaissance en nous obligeant à considérer que notre logique, notre schème conceptuel, notre façon de voir le monde s'immiscent partout où nous essayons de penser quelque chose, que l'on ne peut pas s'en défaire. Toute la thèse de l'indétermination de Quine

consiste en fait à montrer que l'on ne peut pas savoir quel est le monde vécu de l'indigène, qu'il soit identique au nôtre ou pas. La seule chose que montre l'indétermination (de la référence et de la signification), c'est que l'on impose toujours, inévitablement, nos propres catégories de langages à la langue indigène, c'est-à-dire que nous la rendons équivalente à la nôtre en établissant des équivalences de comportements. Cela ne démontre pas que cette langue étrangère, en tant que telle, détermine un autre monde que le nôtre mais établit la *relativité de l'ontologie au cadre langagier utilisé*.

Plus encore, et cela nous intéresse particulièrement au regard de notre objet d'étude, la thèse de l'indétermination de la traduction ne se limite pas au cadre de traductions d'une langue étrangère. Elle est un phénomène universel qui caractérise aussi l'usage de notre langue maternelle, lorsque les mots ou les énoncés ont une signification qui nous est encore inconnue, comme c'est le cas en situation d'apprentissage. Comme nous le verrons en Partie 3.II, les termes géométriques « côté », « face » et même « arête » ont en effet pour les élèves déjà un sens dans le langage courant. La science constituant un ensemble linguistique systématisé révélant une façon particulière de voir le monde, l'apprentissage des savoirs suppose dans ce cas d'utiliser des mots en déplaçant leurs sens lorsqu'ils se réfèrent au réel d'une nouvelle façon, ou désignent un autre réel.

Enfin, il nous paraît important de terminer en faisant le lien entre l'indétermination de la traduction (et de la signification) et les registres sémantiques de Frege (II.2.1) d'abord, puis avec les jeux de langage, au sens de Wittgenstein (II.2.2.).

Tout d'abord, l'indétermination a sa source dans la complexité sémantique du langage. Nous l'avons vu avec Frege, l'arsenal d'articles dont nous disposons naturellement dans le langage constitue un véritable « appareil référentiel du langage », jouant un rôle de quantification décisif. Cependant, les règles d'utilisation des articles sont souvent mal maîtrisées et dévoyées. De façon générale, seul le contexte permettra de déterminer la valeur référentielle à attribuer à un énoncé du langage, c'est-à-dire la classe d'objets qu'il peut vouloir désigner.

Par ailleurs, traduire suppose toujours que l'on puisse interpréter de nouvelles significations dans un langage d'arrière-plan qui nous est familier (« la traduction commence *at home* »), c'est mettre en rapport le langage nouveau avec un autre (le nôtre) (c'est ce que l'anthropologue de Gavagai devra construire avec les indigènes pour préciser progressivement le sens des mots). Dans le cadre de l'usage de notre langue maternelle, apprendre et comprendre le langage des sciences, par exemple, c'est le traduire dans un langage familier. Les significations les plus problématiques ne sont alors pas celles dont le mot nous est

inconnu, c'est au contraire dans le langage homophone (le plus couramment utilisé), que se manifeste le plus largement les confusions de significations, car nous pensons savoir ce qu'ils veulent dire. Traduire est donc une activité immanente et permanente à notre propre langue. Or le langage est une activité collective : l'interaction entre les différents registres d'objectivité ne peut alors se faire que sur le plan d'une expression publique, que Wittgenstein appelle *jeux de langage*.

II.2.4. Sémantique logique et didactique : vers un cadre d'analyse du rôle du langage en situation d'apprentissage

Pour comprendre le rôle joué par le langage dans l'Atelier de géométrie, nous retiendrons en premier lieu du cadre théorique de la sémantique logique considéré dans les paragraphes précédents que le langage est intrinsèquement *référentiel*. S'érigeant contre les théories de représentation mentale, la sémantique logique affirme que le langage doit être capable d'exprimer un contenu objectif : parler ne consiste ni à parler de sa représentation, ni à parler des mots, mais à parler directement d'objets formels ou physiques ayant une existence extra-linguistique, qui sans cela ne pourraient être reconnus et donc connus.

Les philosophes de la sémantique logique mettent ensuite en évidence le *caractère contextuel de la référence*.

En considérant la proposition comme unité de base de tout discours et en reprenant la thèse de Frege, nous partons du principe que la référence de toute proposition (ce dont elle parle) est fonction des valeurs sémantiques (objet ou concept) des éléments qui la composent, de façon objective. Dans ce cadre, les ambiguïtés référentielles apparaissent comme inhérentes au fonctionnement du langage : selon sa place dans la proposition, un même mot peut désigner un individu particulier, un élément quelconque d'une famille, un concept. Notre parti pris consiste à penser que ce phénomène présente un intérêt majeur pour l'enseignement et l'apprentissage de concepts, mathématiques et géométriques en particulier : le langage n'est plus considéré comme un simple véhicule accompagnant le processus de formation de la connaissance mais constitue un espace discursif permettant aux mots de changer de référence, passant de l'objet particulier au concept. Cet espace apparaît comme nécessaire au repérage et à la manipulation des objets de savoir, permettant ainsi leur appropriation.

Toutefois, à l'instar des travaux de Wittgenstein et Quine, il nous semble important de considérer qu'une proposition est toujours sous-déterminée et n'a pas de sens complet sortie

de la « forme de vie » à laquelle elle appartient. Rejetant l'idée selon laquelle les mots et expressions de notre langage courant renvoient à un ensemble fini de significations, nous retiendrons de la thèse de l'*indétermination de la traduction* de Quine et de la conception de la *relativité des significations aux jeux de langage* de Wittgenstein que les significations d'un mot résident et prennent corps dans son emploi dans le langage, dans une multiplicité de *jeux de langage*. Le langage constitue une partie au sein d'une activité ou d'une « forme de la vie ». La compréhension des significations ne passe donc pas par une activité mentale d'ordre réflexive, fonctionnant dans l'intériorité de la pensée, mais les règles de bon usage des mots résultent d'un accord social, dans un cadre linguistique déterminé. L'apprentissage de significations de mots et la compréhension des objets qu'ils désignent s'effectue donc *dans* les jeux de langage et *par* les jeux de langage, à partir de l'activité transmise par le maître et dans le dialogue interactif. Nous partons alors de l'idée que les jeux de langage permettent d'élaborer des significations et références partagées de termes dans un cadre linguistique particulier.

Plus encore, la pluralité des significations d'un mot ou d'une expression en fonction de la « forme de vie » considérée induit qu'un même mot ou une même expression a la capacité d'admettre des significations et références différentes, voire opposées, dans des cadres de pensée différents. Plusieurs discours rivaux mais également recevables peuvent alors se construire, se confronter, s'évaluer selon des critères objectifs. Dans le cadre scolaire plus particulièrement, par définition, les objets de connaissance sont problématiques pour les élèves et supposent bien souvent des variations de registre référentiel et le déplacement de mots d'un registre d'objet à un autre. Nous considérerons alors le *paradoxe sémantique* comme le jeu de langage exprimant sous forme problématique la coexistence de valeurs référentielles divergentes attribuables à un même terme (ou expression). Dans ce cadre, nous proposons d'explorer dans quelle mesure le maniement de jeux de langage en classe permet de mettre à jour le caractère contextuel de la référence de termes, surtout lorsqu'il s'agit de termes déjà connus par les élèves et dont ils pensent disposer de significations, et de clarifier, d'identifier l'usage des mots dans un cadre particulier tel que celui de la géométrie.

II. 3. L'argumentation, second cadre théorique pour l'analyse des interactions langagières

Comme le souligne l'INRP dans l'ouvrage d'ERMEL (2001) propre à la classe de CM1, de nombreux travaux récents¹⁴ ont montré la précocité de la compétence des enfants à argumenter. D'après ces études, l'étayage d'un énoncé par un autre énoncé, noyau central de l'argumentation, semble acquis dès l'âge de 7-8 ans. La capacité de négociation est quant à elle plus tardive. Ce n'est que vers 10-11 ans que l'enfant semble apte à prendre en compte l'argumentation d'autrui à l'intérieur de sa propre argumentation. S'ils y sont incités par l'enseignant, les élèves de CM sont donc théoriquement capables de participer à un échange de type argumentatif et d'en tirer profit. Malgré tout, la prise en compte, dans l'enseignement des mathématiques, de ce mode naturel de raisonnement qu'est l'argumentation est relativement récente ; il nous paraît toutefois occuper une place centrale dans les interactions langagières au sein de l'Atelier de géométrie que nous étudions et particulièrement dans la possibilité aux jeux de langage de se développer en classe. Si notre analyse des jeux de langage de la situation s'ancre avant tout dans le cadre conceptuel proposé par la sémantique logique, nous souhaitons tout de même compléter ce cadre en proposant de définir l'argumentation et de tenter de déterminer sa place dans le dispositif de l'Atelier.

II.3.1. Définition de l'argumentation

L'argumentation n'est pas chose simple à définir « car il s'agit d'une démarche dans laquelle des aspects très différents se trouvent étroitement associés (...) surgissant dans toute situation d'interaction sociale où il faut persuader un interlocuteur ou réfuter une thèse. » (Duval, 1990, p. 195). Nous choisirons de nous référer ici aux définitions établies par Plantin (1996), directeur de recherche au CNRS et membre du groupe de recherche sur les interactions communicatives à l'université Lyon II.

Pour cet auteur, l'argumentation est une opération qui prend appui sur un énoncé assuré (accepté), l'argument, pour atteindre un énoncé moins assuré (moins acceptable), la conclusion. Argumenter, c'est donc adresser à un interlocuteur un argument, c'est-à-dire une bonne raison, pour lui faire admettre une conclusion et l'inciter à adopter les comportements adéquats. Cette définition de base peut être élargie dans deux directions. Du point de vue du

¹⁴ voir, par exemple, C. GOLDER, *Argumenter : de la justification à la négociation*, Archives de psychologie, éd. Médecine et hygiène, Genève, 1992

monologue, Plantin redéfinira l'argumentation comme tout discours analysable selon le schéma : Donnée → loi de passage → Conclusion. Ce schéma peut être plus ou moins complexe, nous y reviendrons. Du point de vue du dialogue, il considèrera comme argumentatif tout discours produit dans un contexte de débat et orienté par une question.

Notons que l'on peut aussi définir l'argumentation comme l'ensemble des techniques (conscientes ou inconscientes) de légitimation des croyances et des comportements. Cette nouvelle définition ouvre la notion d'argumentation au non-verbal et au champ des influences sociales et psychologiques. La première définition, à laquelle nous nous tiendrons, se limite aux instruments langagiers.

Les éléments entrant dans le discours argumentatif peuvent donc être définis de manière plus ou moins stricte et les modalités d'explicitation et d'articulation des prémisses pourront être plus ou moins complexes. Toutefois, quelques travaux récents en proposent désormais une modélisation dont nous nous proposons de rendre compte dans le paragraphe suivant. Nous retiendrons essentiellement dans ce paragraphe les résultats de Plantin (1996) et Duval (1992)

II.3.2. Fonctionnement opératoire et cognitif de l'argumentation

Modélisation du dialogue argumentatif proposée par Plantin (1996)

Plantin (1996) distingue quatre stades dans le fonctionnement du dialogue argumentatif.

Premier stade : un point de vue

L'argument apparaît toujours dans des situations de dialogue, amorcées par une réflexion quelconque. Le locuteur produit d'abord un discours minimal exprimant un point de vue, une affirmation, une thèse. Nous préférons le terme de point de vue à celui de proposition utilisé par Plantin, qui revêt en mathématique un sens particulier relevant plutôt de la propriété, du théorème. Le terme de point de vue est ici à prendre au sens d'une thèse, d'une offre soumise à la délibération d'autrui.

Notons qu'en classe de mathématiques, cette réflexion est nécessairement suscitée par l'enseignant, soit directement, par une question, soit plus indirectement, par la mise en place d'une situation dans laquelle les élèves sont confrontés à un objet problématique.

Deuxième stade : une opposition

Il se peut que la proposition soit tout simplement acceptée par l'interlocuteur. Cependant, le proposant s'expose à l'incompréhension ou à la contestation de son interlocuteur, qui peut l'exprimer de façon plus ou moins virulente, allant du doute au rejet, à travers un contre-discours.

L'argumentation suppose que l'on s'interroge sur la validité de la proposition. Il doit y avoir doute, mise en doute, divergence d'opinions et finalement opposition dans le discours. Il ne peut y avoir argumentation que s'il y a confrontation d'un discours et d'un contre-discours. Le développement d'une argumentation ne peut donc se faire que sous certaines conditions à la fois culturelles et individuelles et suppose, selon les mots de Plantin, une « *situation démocratique* ». Du point de vue de la gestion en classe de telles situations, le terme « démocratique » désigne un type de contrat dans lequel la responsabilité de la validation sera dévolue aux élèves.

Troisième stade : un questionnement

Ainsi opposée à un contre-discours, la proposition est problématisée. Le thème du débat s'engage alors par le biais d'une question, explicite ou implicite, pour laquelle proposant et opposant soutiennent des réponses contradictoires.

Quatrième stade : les arguments

Le proposant peut justifier son point de vue en présentant un certain nombre de données confortant sa proposition. Ces données prennent souvent la forme de faits que le proposant cherche à faire reconnaître à son ou ses locuteurs.

Il a alors pour mission d'explicitier et de légitimer le lien de causalité liant données et proposition. Le proposant crée alors un *lien de passage* qui fournit aux données un statut d'*argument* et à la proposition une valeur de *conclusion*.

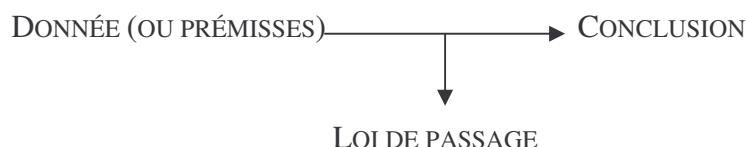
Modélisation du monologue argumentatif proposé par Plantin (1996)

Le paragraphe précédent nous a permis de reconstituer la dynamique dialogique de l'argumentation. Il s'agit à présent de faire le point sur le discours global et monologique du proposant.

Plantin (1996) propose deux schémas propres au monologue argumentatif : un schéma argumentatif minimal et le schéma dit de Toulmin.

Le schéma argumentatif minimal

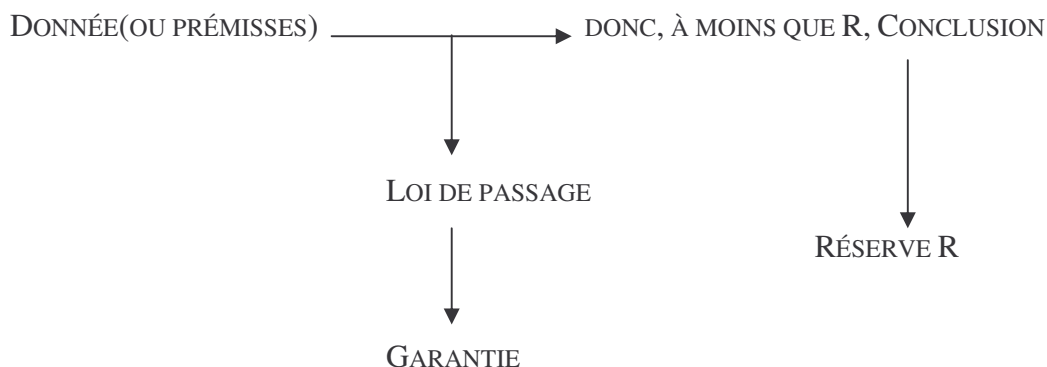
Plantin (1996) propose de schématiser la relation liant donnée factuelle et conclusion de la façon suivante :



Le schéma de Toulmin

A la fin des années 50, Toulmin (1958) propose un schéma permettant de traiter globalement un certain nombre d'éléments discursifs dont l'articulation caractérise ce que

l'on pourrait appeler la *cellule argumentative*. Ce schéma complète le schéma argumentatif minimal qui vient d'être présenté:



Ces schémas peuvent paraître triviaux car ils ne semblent a priori que corroborer la définition de la notion d'argumentation selon laquelle celle-ci serait toujours étroitement associée à celle de justification d'une affirmation, d'une thèse. Néanmoins, leur mise en œuvre relève d'opérations particulières soulevées par Duval (1992) et sur lesquelles nous nous proposons de nous arrêter quelques instants.

Caractérisation du fonctionnement cognitif de l'argumentation proposée par Duval (1992)

Duval (1992), dont le travail vise à évaluer la « distance cognitive » entre argumentation et démonstration, distingue deux étapes opératoires dans le fonctionnement de l'argumentation : la production de raisons ou d'arguments et l'examen d'acceptabilité des arguments produits.

La production de raisons correspond à une fonction très générale souvent motivée par les questions de type « pourquoi ? » (pourquoi affirmes-tu que... ?, pourquoi réponds-tu que... ?). Ce type de demande est bien connu des enseignants en cycle 3 et en début de Collège puisqu'il s'agit d'apprendre aux élèves à ne pas se contenter de répondre par de simples affirmations mais à justifier leur réponse. Cependant, il ne suffit pas d'avancer des arguments, encore faut-il que les intervenants leur reconnaissent une valeur par rapport à l'affirmation qu'elles appuient, et construisent ainsi la *loi de passage* de Plantin. Aussi est-il important d'examiner l'acceptabilité des raisons avancées.

Pour Duval (1992), l'examen de la pertinence d'un argument se fait par rapport aux contenus respectifs de l'affirmation et de l'argument qui la justifie : leurs contenus sémantiques respectifs doivent se recouvrir, au moins en grande partie.

La force d'un argument, quant à elle, dépend de deux facteurs : d'une part, du fait qu'aucun autre argument ne peut lui être opposé, qu'il résiste à tout contre-argument ; d'autre part, de la valeur épistémique qu'il a au regard de celui à qui il s'adresse : il doit paraître évident, nécessaire, authentique, c'est-à-dire dont l'exactitude, l'origine, l'attribution sont incontestables. Un argument fort et pertinent emporte en général la conviction et l'adhésion en faveur de l'affirmation qu'il justifie ou contre celle qu'il réfute, véritables objectifs de l'argumentation.

Si la production de raison et l'examen d'acceptabilité des arguments paraissent indissociables, leur distinction est essentielle car ces deux démarches relèvent en réalité de fonctionnements cognitifs très différents : la première tient de l'explication, la seconde du raisonnement. Or, l'explication et le raisonnement n'ont ni le même objectif, ni le même type de fonctionnement.

Une explication donne une ou plusieurs raisons pour rendre compréhensible une donnée. Or, ces raisons ont en réalité une fonction quasi-descriptive : elles contribuent à présenter un système de relations dans laquelle la donnée à expliquer trouve sa place. Comme toute description, l'explication ne s'appuie pas du tout sur la valeur épistémique des raisons avancées, mais seulement sur leur contenu.

Le raisonnement avance aussi plusieurs raisons. Mais le rôle de ces raisons est alors de *communiquer aux affirmations qui sont à justifier leur rôle d'arguments*. Il s'agit ici de modifier la valeur épistémique d'un énoncé-cible et de déterminer sa valeur de vérité.

Plus qu'une simple explication, l'argumentation s'impose donc comme un outil permettant de se convaincre de l'origine, du bien-fondé et de la véracité de thèses, d'affirmations. Aussi la tendance actuelle visant à accorder une attention toute particulière à l'argumentation en classe au sein de situations d'apprentissage des démarches et du raisonnement propre aux mathématiques paraît toute naturelle. Et le modèle proposé par Plantin concernant la possibilité d'argumenter sur la nature des choses et leurs définitions ne pourrait que nous convaincre de l'applicabilité des démarches argumentatives au sein de situations d'apprentissage visant l'acquisition de vocabulaires spécifiques, comme celui de la géométrie par exemple.

En résumé, nous proposons de rendre compte de la caractérisation du fonctionnement cognitif d'un pas de raisonnement argumentatif proposé par Duval (1992) dans le tableau ci-dessous. Cette caractérisation est principalement axée sur l'analyse du mode de justification

des affirmations dans une argumentation, elle complète les schémas proposés par Plantin (1996) ci-dessous.

PAS DE RAISONNEMENT DANS UNE ARGUMENTATION	
Relation entre prémisses et énoncé-tiers	Mobilisation d'un réseau sémantique pour interpréter les relations d'opposition, d'inclusion, de synonymie des termes employés.
Relation entre contenu des l'énoncé-tiers et conclusion	La conclusion peut affirmer autre chose que ce qui est dans l'énoncé-tiers.
Nature des énoncés tiers	Les énoncés tiers ont une valeur épistémique de certitude, d'évidence. Ils sont liés au contexte et au contenu des affirmations. Ils peuvent varier d'un individu à un autre et se modifier avec les changements d'état de connaissance d'un même individu.
La conclusion	La conclusion ne s'impose jamais nécessairement.
Justification liant conclusion et prémisses	L'argumentation s'en tient uniquement à la valeur épistémique résultant directement de la compréhension du contenu des propositions.

Fig 1. Caractérisation du fonctionnement cognitif d'un pas de raisonnement argumentatif proposée par Duval (1992)

II.3.2. Présentation de différents types d'argumentation sur la nature des choses et sur leur définition

Nous l'avons vu, toute argumentation, et a fortiori celles s'ancrant en classe de géométrie, constitue un jugement sur un objet et induit par là même une réflexion sur le statut, la nature, la définition de cet objet, voire la valeur référentielle des termes en jeu. Ceci reprend les thèses présentées dans le cadre conceptuel de la sémantique logique, nous ne reviendrons pas sur ce point mais citerons Vignaux (1976, p.171) :

Une première caractéristique du langage est celle de permettre au sujet de dire des choses sur le monde et ce faisant, par l'univers qu'il détermine, de participer à une « construction » du monde. Une seconde caractéristique du langage, complémentaire de la première, est donc celle d'être le lieu des productions du sens et de favoriser ainsi les jeux des sujets sur leur signification.

La question de l'objet et le problème de la justesse des désignations tiennent donc une place centrale dans les situations d'argumentation, surtout lorsqu'elles s'appuient à la fois sur des objets et un vocabulaire spécifiques, comme c'est le cas en géométrie. Ces situations permettraient ainsi non seulement de mettre des mots sur les objets désignés mais aussi d'en tester, d'en éprouver le sens, facilitant ainsi l'action des intervenants sur ces objets et la mise en lien des différents objets étudiés.

Plantin (1996) distingue à ce propos deux cas de figure. Si la définition est correctement établie, elle peut servir de fondement à des *argumentations par la définition* ; si elle a été établie de façon polémique, elle devient elle-même *argumentative*.

Arrêtons-nous quelques instants sur ces modèles théoriques qui nous paraissent assez proches des situations d'argumentation mises en place en classe de CM à l'occasion d'un Atelier de géométrie des solides et sont susceptibles de s'intégrer dans une analyse des interactions langagières répondant à des problématiques de sémantique logique.

Argumentation par la définition

L'argumentation par la définition est parfois appelée argumentation par l'essence. Dans une perspective aristotélicienne, en effet, la définition est censée capter les traits essentiels, réels, du défini et seulement eux. Plantin (1996) schématise l'argumentation par la définition de la façon suivante :

- On définit une notion N au moyen d'une série de traits distinctifs.
Par exemple : Un polygone est une figure plane délimitée par une ligne brisée fermée.
- On considère un être particulier, X, dont on se demande s'il appartient à cette catégorie :
Est-ce qu'un rectangle est un polygone ?
- On confronte les caractéristiques propres de cet être X aux exigences de la définition :
Est-ce qu'un rectangle est une figure plane ? Est-il délimité par une ligne brisée fermée ?
- On décide que cet être particulier correspond ou ne correspond pas aux exigences de la définition puis on l'admet ou non comme N :
Un rectangle est une figure plane délimitée par une ligne brisée fermée comptant 4 côtés et 4 angles droits, c'est un polygone.

Les notions peuvent être définies non seulement par un ensemble de conditions en principe nécessaires et suffisantes, mais aussi par leur analogie avec des représentants prototypes de la catégorie concernée :

Un polygone c'est par exemple un triangle, un carré, un parallélogramme, un hexagone...

Nous le verrons dans la partie 3 de cette thèse, les élèves définissent parfois les objets géométriques par analogie, dans le cadre de rappels ou lorsque l'enseignant les incite à exprimer « ce qu'ils entendent par... », mais ces "définitions" se cantonnent toujours en

mathématique à un statut informel. Par ailleurs, cette forme argumentative suppose l'existence d'un répertoire culturel et conventionnel commun, surtout pour les argumentations mettant en jeu un langage spécifique.

Définition argumentative

Selon Plantin, pour que l'argumentation par la définition échappe au cercle vicieux, il faut que la définition ait été établie a priori, en toute généralité, indépendamment de l'être particulier. Néanmoins, il arrive que l'on propose une définition précisément dans la perspective du cas particulier que l'on doit examiner. C'est ainsi que la définition devient elle-même argumentative.

Exemple : Un polygone est une forme composée de plusieurs côtés. Moi, je pense qu'un polygone est un solide. Donc un côté, c'est une face. (C'est parce que le polygone est un solide que le côté et la face ont même fonction).

L'argument par l'étymologie et par la redéfinition des mots

Plantin décrit cet argument comme reposant sur la redéfinition du sens du mot litigieux ; souvent le locuteur (proposant ou opposant) se rattache à l'étymologie du mot concerné.

Exemple : Le mot polygone vient de poly (plusieurs) et gone (côtés). Un polygone est dans une figure géométrique composée de plusieurs côtés.

II.4. Cadres conceptuels pour l'étude des gestes de l'enseignant

Nous présentons dans ce paragraphe les cadres conceptuels utilisés pour l'analyse des gestes de l'enseignant dans la situation « Ateliers ». Cette analyse figure dans la quatrième partie de cette thèse.

II. 4. 1. La place de l'enseignant dans le système didactique

Bien que l'enseignant ait toujours été présent dans les travaux didactiques, au moins dans la conception d'un système didactique ternaire élève-savoir-enseignant, les didacticiens

ont longtemps privilégié les pôles de l'élève et du savoir, au détriment de l'enseignant. Celui-ci était alors souvent vu, notamment à travers les ingénieries didactiques, comme un exécutant qui a bien des difficultés à réaliser exactement ces ingénieries. La question de la place et du rôle de l'enseignant dans l'analyse de situations didactiques n'émerge alors réellement comme objet de recherche qu'au début des années 90.

En 1991, un thème de la VI^{ème} École et Université de Didactique des mathématiques est, pour la première fois, consacré à la « place de l'enseignant dans le système didactique ». Régine Douady et Marie-Jeanne Perrin (1991, p.81) y définissent l'enseignant comme « quelqu'un dont les interventions modifient, ou au moins ont l'intention de modifier les rapports des élèves à un certain savoir. ». Les auteurs tentent alors de relever les principales apparitions de l'enseignant dans la théorisation didactique.

Dans la théorie des situations didactiques par exemple, l'enseignant est présent depuis le début dans sa médiation de la relation entre l'élève et le savoir mais l'objet d'étude des travaux est alors la situation. Dans les premiers temps de la théorisation, l'enseignant est dans l'ombre, l'accent étant plutôt mis sur la mise en scène du savoir. Toutefois, la place donnée à l'enseignant grandit avec l'avancée de la théorisation. Guy Brousseau (1991, p.16) élargit la place de l'enseignant dans la théorie en émettant l'idée selon laquelle « ce qui caractérise la situation didactique, c'est qu'un des joueurs joue à deux jeux et vise à transformer les connaissances d'un autre joueur ». L'enseignant réapparaît ensuite à travers la notion de contrat didactique qu'il a à négocier, puis plus nettement avec le processus d'institutionnalisation, de dévolution et l'émergence de la notion de situation a-didactique. Puis, dans son cours de la VIII^{ème} école d'été, Brousseau (1995) propose de repenser la modélisation de l'enseignant dans la théorie des situations :

Il n'y a pas à proprement parler de modèle de l'enseignant dans la théorie des situations. Nous devons donc chercher à identifier les 'réalités' qui le concernent par les perturbations et les régulations qu'il produit et assure dans le fonctionnement du système didactique (op cité p. 4).

Le rôle de l'enseignant serait alors de « gérer des régulations intra-assujettissements et des régulations inter-assujettissements » (op. cité p. 11). Il s'agit alors de décrire comment l'enseignant maintient la relation didactique tout en changeant de contrat par les régulations qu'il opère.

Cependant, cette métaphore de l'enseignant comme régulateur aux commandes dans le modèle a pu donner lieu à une difficulté d'appréhension de l'enseignant réel. La possibilité de cette interprétation dans la mise en œuvre de la théorie est attestée par la citation de Salin (1999). Cette citation prend place après le constat que des enseignantes chevronnées et didactiquement armées ne font pas exactement avec leurs élèves ce que la théorie leur propose : elles ne limitent pas leurs actions à la régulation des interactions prévues.

J'ai ressenti un réel malaise devant ce qui m'apparaît comme une observation tronquée du comportement de l'enseignante, car ne prenant pas en compte les contraintes de la situation dans laquelle elle se trouve.

[...]

(ce qui amène à) montrer que les décisions de l'enseignante peuvent s'expliquer (parce que) la situation didactique qu'elle a élaborée, avec les connaissances mathématiques et didactiques qui sont les siennes, présente des exigences auxquelles elle ne peut satisfaire sans prendre certaines de ses décisions...

[...]

Je conclus par ce qui me paraît être une question ouverte : Pourquoi ne pas prendre au sérieux et comme la marque d'une contrainte incontournable le besoin impérieux des enseignants de « guider » leurs élèves ? Est-ce seulement à relier à leurs conceptions de l'apprentissage comme on le fait généralement, ou est-ce à relier aussi aux capacités cognitives et/ou relationnelles nécessaires à l'élaboration d'un « discours improvisé », tenant compte d'un contexte très complexe ? (Salin 1999, p. 84)

Schématiquement, il y a donc reconnaissance de la nécessité théorique de remplacer le modèle *Professeur régulant le système (Elève-Milieu)*, par un modèle *Professeur interagissant avec la Classe* pour prendre en compte ce « contexte très complexe ».

Dans la transposition didactique de Yves Chevallard (1985, 2001), l'enseignant est aussi présent depuis le début puisque celle-ci s'achève avec le travail qu'il fait en classe. La prise en compte de l'enseignant se fait aussi à travers la topogénèse du savoir et l'étude du temps didactique. Puis l'enseignant est dans un second temps pris en compte dans la théorisation en termes de rapport personnel au savoir, qui s'applique aussi bien à l'enseignant qu'à l'élève.

Dès 1991, « l'enseignant est donc bien présent dans la théorisation en didactique et commence à y devenir plus visible » (Douady, Perrin, 1991, p.82). En effet, « des travaux qui portaient *a priori* sur d'autres sujets et qui utilisaient des ingénieries didactiques, ont buté alors sur cet objet incontournable qu'est l'enseignant et ont pointé des carences dans la prise en compte de son rôle » (Douady et Perrin, 1991, p.82). Denise Grenier (1991, p.55), par exemple, note que, « dans un souci de reproductibilité des situations didactiques, on ne peut faire l'économie de l'étude du pôle « enseignant » dans le système didactique ». Cependant, elle souligne alors l'absence d'outils pour l'analyse des phases de bilan et d'institutionnalisation (Grenier, 1991, pp.43, 44). Gilbert Arzac, Michel Mante et Nicolas Balacheff (1992) ont observé que des petites interventions de l'enseignant qui pourraient paraître anodines, avaient en réalité des effets très importants sur le déroulement des séquences et que l'on n'avait pas beaucoup d'outils pour analyser et contrôler ce phénomène. En 1993, Marie-Jeanne Perrin-Glorian, dans une étude sur l'« enseignement des maths dans les classes « faibles » » met également en évidence la nécessité de développer l'étude du rôle du maître et notamment des aides apportées aux élèves pendant la phase de recherche.

Dans un même temps, des recherches ont commencé à prendre l'enseignant comme objet d'étude, en faisant éventuellement des emprunts extérieurs au cadre théorique habituel de la didactique des mathématiques. Par exemple, Maria Luisa Schubauer-Leoni (1991), après avoir mis en évidence dans sa thèse (1986) la « nature insécable » des trois pôles du système didactique ternaire, montre que « les comportements de l'enseignant en interaction avec ses élèves [...] sont notamment l'expression de théories professionnelles [...]. ». Elle pointe alors l'intérêt d'adapter les méthodes de description et d'analyse de telles « constructions représentationnelles » proposées par les sciences sociales afin d'interpréter ces constructions comme des « processus par lesquels s'établit la relation entre les individus et les objets » (Schubauer-Leoni, 1991, p.85).

Dès 1989, Aline Robert et Jaqueline Robinet introduisent quant à elles la notion de représentation, importée de la sociologie, en didactique des mathématiques. Elles donnent alors quelques résultats d'enquêtes sur les représentations de diverses catégories d'enseignants (Robert et Robinet, 1989, pp.43, 44). Puis Aline Robert et Élise Josse proposent en 1993 la mise en œuvre d'une méthode d'analyse de discours d'enseignant de mathématiques en classe. Sans doute du fait de sa complexité et de la difficulté de trouver un cadre d'analyse pertinent, peu de recherches ont alors été menées sur les discours effectivement tenus en classe de mathématiques. Nous ne citerons ici que les travaux de Colette Laborde (1982) qui a étudié les différents registres langagiers utilisés par l'enseignant et les auteurs de manuels. L'objectif de Robert et Josse n'est alors pas de repérer les spécificités des discours étudiées, structurelles, syntaxiques ou sémantiques afin de révéler des régularités dans les comportements des enseignants, mais de comparer des discours d'enseignants lorsqu'ils exposent des connaissances nouvelles. Il leur est ainsi apparu que les variables significatives de ces discours sont constituées du « quadruplet {classe (avec ses attentes et ses représentations), enseignant (avec ses conceptions), représentation de l'enseignant sur sa classe, moment d'apprentissage} ».

Il y a donc aujourd'hui un constat partagé sur la complexité des pratiques d'enseignement et la nécessité de leur étude dans le champ de la didactique. La « dérive épistémologique privilégiant le pôle savoir » mentionnée par (Favre et Lenoir, 2001, p.17, cités par (Tisseron 2002, p.3) a laissé place à l'étude pour lui-même du « fonctionnement du tout-venant des systèmes didactiques, hors ingénieries » suivant l'expression de Leutenegger (2000, p. 211), avec une étude particulière de l'enseignant comme instance de ces systèmes. Da Ponte (1994) précise même que « si l'on veut reconnaître pleinement la pratique professionnelle, nous devons la prendre comme point de départ pour la recherche et pas

seulement un endroit pour appliquer la théorie. (Da Ponte 1994, p. 204, cité dans Soury-Lavergne 1998 p. 6).

Toutefois, à défaut de cadre théorique disponible, « le problème des méthodes s'avère [...] particulièrement épineux et une fois de plus la didactique se trouve devant la nécessité [...] de se donner des instruments - théoriquement et épistémologiquement fondés - pour traiter des réalités didactiques quelconques ».Soury Lavergne, 1998, p.44), p. 4)

II. 4. 2. Comment appréhender la prise en compte des pratiques enseignantes ?

La position d'Aline Robert

En 2001, Robert (2001) présente une perspective d'analyse des pratiques enseignantes « imbriquant » le point de vue des effets potentiels des pratiques sur les apprentissages des élèves et le point de vue du travail spécifique de l'enseignant. L'analyse des gestes de l'enseignant dans la situation d' « Atelier » en géométrie étudiée dans cette thèse adopte, entre autres, cette méthodologie.

Robert (2001) souligne tout d'abord la nécessité d'introduire dans les études de situations la description et l'analyse d'une partie de la complexité des pratiques de l'enseignant, et en particulier la manière dont l'enseignant « se positionne par ses pratiques entre les objectifs de son enseignement (en termes d'apprentissage mathématique des élèves) et les moyens pour y parvenir (en termes de manière d'enseigner...) ». La plupart des travaux concernant le rapport entre enseignement et apprentissage d'un contenu donné ont surtout traité jusqu'alors le pôle « élève » de cette question. Il s'agit ici d'analyser la conversion des objectifs d'apprentissage pour les élèves en termes de pratiques enseignantes en classe. Or il apparaît que cette conversion est loin d'être transparente. Robert met notamment en lien la complexité de cette conversion avec le fait que les objectifs initiaux de l'enseignant sont des objectifs d'apprentissage globaux et génériques qu'il va devoir traduire en moyens parcellisés, adaptés au quotidien, à des publics différents, même dans une seule classe. « Il y a toujours un moment où l'enseignant passe de ce qu'il voudrait obtenir – les objectifs – à ce qu'il va demander de faire aux élèves – les moyens. ». « Il y a donc toujours une tension, voire une contradiction entre un projet qui ne tient compte que d'élèves génériques pour un apprentissage donné, et un enseignant qui ne peut adopter automatiquement un projet dans le quotidien de sa classe » (Robert, 2001, pp.60, 63). Forte de ces constats, la prise en compte du strict point de vue de l'enseignant dans les analyses de situations nous paraît inéluctable si l'on souhaite donner du sens aux traces visibles observées pendant une ou plusieurs séances.

Toutefois, l'enseignant est soumis à des contraintes fortes qui restreignent ses choix : des contraintes d'ordre institutionnel d'abord, mais aussi des contraintes plus internes telles que les conceptions personnelles, les compétences, l'expérience... Ces contraintes expliqueraient la relative stabilité des pratiques d'un enseignant à partir de quelques années d'enseignement signalée par certains chercheurs (Crahay, 89). Pour Robert, cette relative stabilité justifie même le fait d'extrapoler certaines régularités à partir de l'observation d'un nombre réduit de séances, comme nous le faisons dans la suite de cette thèse à propos de l'« Atelier » étudié.

Plus encore, nous élargissons aux professeurs des écoles la position retenue par Robert concernant l'analyse des pratiques professionnelles pour énoncer les points cruciaux guidant les méthodologies d'analyse suivants : outre la nécessité de prendre en compte le travail réel de l'enseignant, seul garant du sens des observables, il paraît indispensable d'appuyer l'analyse de pratiques sur une observation, en classe, du déroulement des séances ; les analyses de pratiques doivent être centrées sur l'enseignant, « qui a le monopole de la cohérence qui s'y déroule ». Dans ces conditions, Robert propose « d'analyser les pratiques en classe en imbriquant les deux points de vue (...) : le point de vue des élèves et de leur apprentissage des mathématiques, le point de vue du travail de l'enseignant. » (Robert, 2001, p.67).

Ainsi, l'analyse des gestes de l'enseignant dans le cadre de notre « Atelier » s'appuie, comme l'analyse de l'activité des élèves en termes de jeux de langage, sur les enregistrements vidéo et les transcriptions des séances. De plus, l'analyse des gestes de l'enseignant est dissociée de l'analyse de la situation en termes de jeux de langage, la première étant centrée sur l'enseignant alors que la seconde concerne davantage les pôles « élève » et « savoir ». Elle vise à éclaircir « la manière dont l'enseignant fait fréquenter en classe les mathématiques à ses élèves » (Robert, 2001p.67), à identifier *les manières de faire de l'enseignant au regard de ses objectifs d'apprentissage*. Il nous paraît en effet important de ne pas perdre de vue que l'action de l'enseignant est toujours fortement guidée par les objectifs de son enseignement. Ainsi, nos interprétations locales doivent toujours se faire sur l'arrière-plan du projet de l'enseignant. Notre volonté est donc d'étudier les techniques de production et d'entretien par l'enseignant d'un rapport approprié au milieu par rapport à ses finalités, pour nous mettre les élèves en situation de recherche sur les solides. Ce rapport contient deux dimensions : d'un point de vue social, la situation de recherche instaure un rapport particulier des élèves aux objets de savoir, d'un point de vue mathématique, elle suppose un fonctionnement spécifique des connaissances en situation, par rapport aux connaissances en jeu. Ainsi, l'objectif de l'enseignant, en termes d'apprentissage, est double et nous retrouvons la « tension » évoquée

par Robert entre le projet de l'enseignant concernant l'apprentissage des notions géométriques visées et les contraintes imposées par sa conception du rapport qu'il a à entretenir entre ses élèves et le savoir en jeu, traduites à travers le dispositif particulier d'« Atelier », construit par l'enseignant comme un moment de communication et de production privilégié.

Une fois ces hypothèses de départ et objectifs d'analyse globaux identifiés, il nous a fallu opter pour une méthodologie d'analyse plus précise et nous forger des outils d'analyse opératoires au regard de ces objectifs.

II. 4. 3. Le modèle d'action du professeur proposé par Sensevy et al.

En 2000, Sensevy et al. (2000) élaborent et proposent des premières pistes de travail pour l'étude de l'« action didactique en mathématiques », à partir de la description de certains éléments de l'action d'un professeur pour la course à 20 et dans une perspective de modélisation. Reprise par Sensevy en 2002, cette modélisation s'appuie sur une « conception adaptationniste » de l'action du professeur selon laquelle « agir, c'est s'adapter à son environnement » (Sensevy, 2002, p.25). En didactique, cet environnement est décrit à travers deux notions : la situation et l'institution. La situation, d'abord, est vue comme un jeu soumis à des contraintes : « les règles constitutives » du jeu et les « règles stratégiques ». Puis cette situation est incluse dans une institution qui lui donne du sens. Pour Sensevy, « comprendre et expliquer une action donnée, c'est la décrire comme le fruit d'une adaptation à une situation donnée elle-même incluse dans une institution donnée » (op.cité, p.26).

Pour ce faire, les auteurs fondent explicitement leur travail à la fois sur la théorie des situations et sur l'approche anthropologique (Sensevy et al., 2000, p.265) auxquelles ils empruntent des notions qui, associées en système, constituent le langage théorique de la modélisation proposée.

Proposée par Brousseau dans la théorie des situations didactiques d'abord, les notions de contrat didactique et de milieu sont reprises et adaptées par Sensevy (2002) pour l'analyse de l'action du professeur.

Contrat didactique

Le contrat didactique permet de concevoir les interactions en classe comme un système d'« obligations réciproques qui déterminent ce que chaque partenaire, l'enseignant et l'enseigné, a la responsabilité de gérer et dont il sera [...] responsable devant l'autre » (Brousseau, 1986). La notion de contrat est ici pertinente dans la mesure où elle permet de décrire le système d'interactions présent dans la classe comme un « processus de recherche hypothétique du contrat didactique » (Sensevy, 2002, p.27). Le contrat didactique, en tant que système d'attentes, est non seulement fortement lié à la situation, mais aussi à l'institution dans laquelle cette situation est située. Il peut alors être interprété à la fois en termes de système de règles du jeu d'une situation et comme un système d'habitus didactique (Sensevy, 1998) davantage lié aux contraintes pérennes de l'Institution.

Milieu et aménagement du milieu

La notion de milieu a été décrite et proposée par Brousseau (1998, p. 32) comme « tout ce qui agit sur l'élève et sur quoi l'élève agit ». Brousseau rend ainsi compte du fait que l'élève n'est pas seulement guidé par les attentes déduites du contrat didactique mais aussi par le système d'interactions qu'il entretient avec le milieu produit par la situation.

Dans une conception purement « constructiviste », l'apprentissage est laissé à la seule charge du milieu, et le travail du professeur dans la relation didactique, c'est-à-dire dans le contrat, a alors tendance à apparaître comme une sorte de « dérive » de la relation idéale de l'élève au milieu. Cependant, pour Sensevy (2002), même lorsque la situation proposée est une situation d'ingénierie didactique, « le milieu ne saurait agir seul pour permettre à l'élève d'apprendre ». Sensevy (2002, p.28) souligne la nécessité de prendre en compte, outre les actions de l'élève sur le milieu et les rétroactions de celui-ci sur les actions de l'élève, le jeu du professeur avec le jeu de l'élève, « jeu qui consiste à aménager les rapport de l'élève au milieu, de manière que l'élève puisse tirer réellement profit des rétroactions de ce milieu ». « Aménager le milieu, c'est contraindre l'action de l'élève dans un sens déterminé » (Sensevy, 2002, p.30).

Notons que dans cette perspective, l'aménagement du milieu peut-être plus ou moins adidactique, en gardant à l'esprit qu' « une situation adidactique peut toujours être décrite selon deux critères : le degré d'opacité des intentions du professeur, la prégnance et l'adéquation des rétroactions du milieu sur les élèves » (Sensevy, 2002, p.30).

L'aménagement du milieu constitue une catégorie générique, puisque chaque apprentissage peut être considéré comme une action de l'élève en réponse à son environnement. Dans le contexte de l'école, l'enseignant aménage une situation (un milieu) dans laquelle l'élève va devoir développer un « bon comportement ».

Par cette catégorie, Sensevy (2002) propose de penser le travail de l'enseignant et de l'élève dans un « modèle adaptatif » où la réussite du processus d'apprentissage est directement liée aux rapports que l'enseignant permet à l'élève d'entretenir avec les objets du milieu. Le travail de l'enseignant est alors centré sur l'aménagement du milieu, les techniques qu'il met en œuvre sont contraintes par cette nécessité.

Topogenèse, chronogenèse, mésogenèse

Enfin, Sensevy (2002) emprunte à l'approche anthropologique de Chevallard (1991) les notions de *topogenèse*, *chronogenèse* et *mésogenèse*. Celles-ci offrent une autre manière de concevoir le contrat didactique : le professeur, en collaboration avec ses élèves, construit à chaque instant le temps de l'interaction didactique, par le fait d'introduire de nouveaux objets de savoir dans le milieu (*chronogenèse*) ; simultanément, il construit à chaque instant les places respectives du professeur et des élèves par rapport aux tâches didactiques (*topogenèse*) et organise un système évolutif d'objets matériels, symboliques, conceptuels, formant un milieu pour apprendre (*mésogénèse*).

Ainsi, Sensevy (2002, p.29) conçoit le professeur comme « un producteur de techniques didactiques dont les finalités iront à l'aménagement du milieu et à la construction de la topogenèse et de la chronogenèse ».

Des structures pour l'action didactique du professeur

Afin de décrire l'action du professeur, la modélisation proposée repose sur l'identification de « structures de l'action dans la relation didactique », intrinsèquement liées aux fonctions que confère l'enseignant à son action.

Tout d'abord, l'action de l'enseignant comporte des dimensions essentielles, identifiées par les auteurs sous les termes « définir », « réguler », « dévoluer », « instituer », faisant l'objet de premières définitions (Sensevy et al., 2000, p.266) :

Le professeur *définit* lorsque son travail « consiste d'abord à poser un certain nombre d'objets et à établir le cadre d'une situation » (op.cité, p.268). Dans ce cadre, les auteurs

désignent par « définition d'une situation » tout comportement de l'enseignant visant à établir les « règles constitutives du jeu » (par opposition aux « règles stratégiques du jeu »).

Lorsque les élèves jouent le jeu proposé par l'enseignant, celui-ci peut être amené à **réguler** les rapports que les élèves sont en train d'établir à la situation. L'enseignant régule lorsque le milieu est insuffisant de son point de vue pour permettre aux élèves d'élaborer les stratégies attendues. Son comportement vise alors à « amener les élèves à élaborer des stratégies gagnantes » (op.cité, p. 269). D'une manière générale, la régulation désigne ce qui, dans l'action du professeur, permet « à la collectivité d'élaborer des signes et des significations donnant la possibilité d'une action commune », autrement dit, ce qui relève de « *l'aménagement progressif du milieu* » évoqué précédemment (op.cité, pp. 270, 271). En effet, reprenant la notion de régulation présentée par G. Brousseau (1995, p.3) lors de la VIIIème École d'Été de Didactique des Mathématiques, les auteurs soulignent qu'un aménagement progressif du milieu nécessite des réaménagements constants. De tels réaménagements sont souvent suscités par l'enseignant en fonction de la distance qu'il perçoit entre le milieu réel dans lequel l'élève évolue et le milieu dans lequel il veut voir l'élève évoluer pour qu'il puisse élaborer des stratégies gagnantes.

La compréhension de ces phénomènes de régulation (et d'aménagement du milieu) et de leurs modalités est placée par les auteurs au cœur des enjeux théoriques de la modélisation de l'action didactique du professeur.

Simultanément à la *définition* et à la *régulation*, l'enseignant doit faire en sorte que les élèves s'engagent dans l'activité proposée, prennent la responsabilité de « jouer le jeu » : le professeur **dévo**lue alors la situation à l'élève et à la classe. Il sollicite l'adhésion des élèves au jeu et montre que, pour y jouer, « il n'y a rien à savoir » : « l'enjeu didactique ne consiste pas à savoir jouer le jeu selon ses règles mais à savoir gagner contre les adversaires » (Sensevy et al., 2000, p.271).

Enfin, les auteurs généralisent la notion d'institutionnalisation, mise en évidence par Brousseau, à des objets qui ne sont pas objets de savoir. Le professeur et les élèves « **s'instituent** comme collectif de pensée comptable de leur production de savoir et s'autorisent à évaluer cette production », reconnaissant comme légitimes des « manières de faire ». Cette catégorie regroupe donc celles de validation et d'évaluation, permettant au professeur et aux élèves de « dire le vrai de l'institution » (op.cité, pp.271, 272).

Des techniques et des tâches

Ensuite, pour chacune de ces dimensions, se construit un cycle fondé sur les nécessités du « maintien de la relation didactique ». La modélisation proposée s'appuie ainsi également sur la reconnaissance, dans l'analyse du travail de l'enseignant, de deux types d'entités : des *tâches* et des *techniques* (op.cité, p.272). Les techniques désignent des « manières de faire » de l'enseignant, les tâches représentent « ce qui est à faire ». Ainsi, les auteurs posent l'hypothèse forte selon laquelle il est possible de décrire le travail du professeur en identifiant des manières de faire (techniques) que l'on mettra en correspondance avec des descriptions plus larges, elles-mêmes considérées comme des tâches.

Notons toutefois que les tâches mises ici en évidence se distinguent subsidiairement des tâches évoquées dans l'approche anthropologique en didactique dans la mesure où, à la différence de celles-ci, ces tâches n'ont pas, la plupart du temps, la légitimité culturelle des tâches reconnues par l'institution et ne pourront s'appréhender en tant qu'objet précis, identifié : il s'agira non pas de « calculer une dérivée », d'« effectuer une addition » mais de « déterminer l'action », d'« organiser l'action dans le milieu »...

Types de tâches

La modélisation distingue, très généralement, des types de tâches, dans le sens particulier qui vient d'être explicité. Les tâches identifiées le seront toujours à partir des structures de l'action didactique définies précédemment : les tâches expriment sous diverses dimensions (« le langage, la communication, l'action, le rapport aux objets ») ces structures souvent entrelacées. Nous présentons maintenant une rapide description des types de tâches identifiées par Sensevy et al. (2000, p.273) dans le cadre de l'analyse de mises en œuvre de la situation de la « course à 20 » :

- la « dénomination » consiste à « nommer certaines des actions des élèves ou certaines de leurs déclarations », « ces mots vont ensuite fonctionner comme des mots concepts et comme outils discursifs » ;
- la « détermination de l'action » désigne « l'élaboration et la transmission de buts ». Cette tâche est vaste et peut référer aux dimensions définir et réguler de la relation didactique ;
- l'« organisation de l'action dans le milieu » consiste à « déterminer les règles d'action qui garantissent l'adéquation du travail à la situation » ;

- l' « organisation de la situation pour l'action » désigne les aménagements didactiques garantissant « l'adéquation de la situation à l'objet d'enseignement, ces aménagements se traduisent par exemple par la modifications de variables didactiques ;
- l' « analyse de l'action » consiste à identifier et faire identifier des manières de faire « pertinentes pour l'action dans la situation » ;
- l' « organisation de l'interaction » consiste à « gérer les échanges linguistiques dans la classe » ;
- l' « intégration des objets » consiste à « déterminer de façon plus ou moins coopérative la nature des objets rencontrés dans la situation » et leur mode de traitement.

Techniques retenues pour la modélisation

Parallèlement à l'identification de grands types de tâches, la description de l'action du professeur en situation vise à rendre compte de techniques, manières de faire de l'enseignant et points de départ de l'analyse et de la modélisation.

Comme nous le verrons dans l'analyse de l'action du professeur dans la situation de l' « Atelier » de géométrie, une caractéristique essentielle de ce modèle est qu'il permet de mettre en évidence le caractère « polyfonctionnel » de la plupart des techniques utilisées par l'enseignant : un énoncé « peut et doit se comprendre à la fois au plan du rapport au milieu qu'il propose aux élèves, au plan de la chronogenèse qu'il fait évoluer, et au plan de la topogenèse qu'il permet de construire » (Sensevy, 2002, p.29). L'efficacité du processus didactique est ainsi supposée tenir à ce que certaines techniques d'enseignement relevant de l'aménagement du milieu supposent quasi nécessairement d'être produites de manière conjointe et simultanée à des techniques d'ordre topogénétique et chronogénétique. Les techniques et les tâches ne sont donc pas, dans ce modèle, en correspondance bijective.

Les dénominations des types de techniques retenus par Sensevy et al. (2000, p.279) lors de leur étude de la situation de la course à 20 figurent dans le schéma suivant (fig.2) comme illustrations de la modélisation présentée. Cette succincte énumération nous permettra également de mettre en correspondance, voire de souligner les différences entre, les techniques observées par les auteurs dans la situation de la « course à 20 » et celles que nous dégagerons de l'analyse de notre dispositif d' « Atelier ».

Schématisation du modèle de l'action didactique du professeur

Se voulant non spécifique à la « course à 20 », Sensevy et al. (2000) proposent le modèle suivant, présenté comme générique :

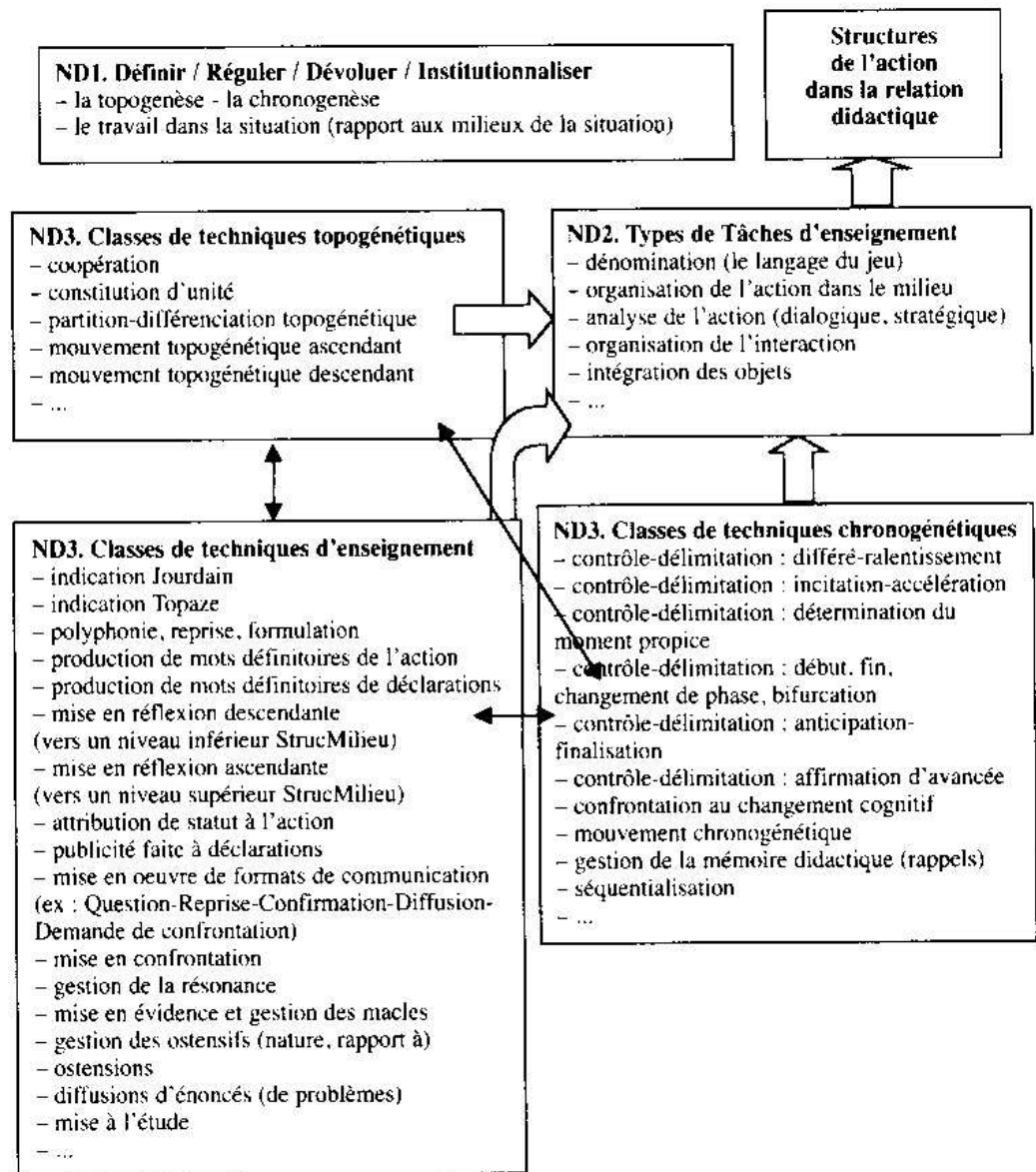


Fig.2 : Modèle de l'action du professeur (Sensevy, et al., 2000, p.296)

Ce modèle sera repris par Sensevy (2002).

La nécessaire imbrication de techniques relevant des différentes dimensions de la relation didactique ou « mixte technique » est ici représentée par les flèches fines. Nous le voyons ici, cette modélisation repose sur l'idée selon laquelle l'action du professeur consiste à jouer à la fois sur le contrat didactique, par le biais de techniques topogénétiques et chronogénétiques, et sur le milieu, via les techniques d'aménagement du milieu. L'enjeu de

notre analyse consistera en particulier à saisir comment l'enseignant, dans la gestion de la situation d'« Atelier » de géométrie en classe, aménage la relation complexe entre contrat et milieu. Dans cette optique, nous considérerons notamment la position de l'enseignant en termes de *tuteur* et de *médiateur*, outils théoriques empruntés à la psychologie que nous présenterons en paragraphe suivant et qui nous permettront de clarifier le rôle de l'enseignant dans la situation étudiée.

Les limites de cette modélisation

Il est d'abord important de ne pas perdre de vue que la modélisation proposée par Sensevy et al. (2000) et reprise par Sensevy (2001) est issue d'une enquête auprès de plusieurs enseignants concernant l'action professorale dans la situation de la course à 20. Or nous ne pouvons négliger que la particularité de ce dispositif génère des effets précis sur l'action du professeur. L'élargissement de ce modèle à d'autres dispositifs, comme celui de l'« Atelier » de géométrie, suppose donc une vigilance certaine quant aux conditions d'application de ce modèle.

Sensevy et al. (2000, p.300) soulignent d'abord que le modèle présenté caractérise plutôt une situation qui se veut adidactique, et ne prend en compte le professeur que dans son action enseignante. Ainsi les auteurs ne prennent que peu en compte les intentions du professeur et le jeu fondamental, évoqué par Robert (2001) en termes d'objectifs et de moyens, entre ses intentions et les accomplissements pratiques de l'action effective. De plus, cette modélisation n'intègre que très partiellement la dimension coopérative des actions d'enseignement, pourtant au cœur de la conception du dispositif d'« Atelier ».

Toutefois, les concepteurs de ce modèle émettent l'hypothèse que « les structures fonctionnelles de l'action didactique (*définir, réguler, dévoluer et instituer*) caractérisent toute situation, qu'elle soit didactique ou adidactique, » et que « leur identification, [pour comprendre une situation], devra être préalable à toute spécification à tel ou tel contenu » (Sensevy et al., p.301). Enfin, la richesse technique de la situation de la « course à 20 » garantit, selon les auteurs, « l'observation de la palette des savoirs professionnels du maître observé ». Nous verrons dans la suite de notre analyse si les techniques retenues par les auteurs nous permettent également de saisir et de comprendre les gestes de l'enseignant dans la situation qui nous intéresse. De ce point de vue, notre utilisation de ce modèle sur une activité différente de celle qui a permis sa conception contribue à une nouvelle mise à l'épreuve du modèle.

II. 4. 4. Médiation et tutelle : un appui sur des cadres théoriques issus de la psychologie

De façon conjointe à la prise en compte grandissante de l'action didactique du professeur dans les analyses didactiques, en particulier en mathématiques, des travaux récents de didacticiens (Dumas-Carré et Weil-Barais, 1998 ; Vannier-Benmostapha, 2003) tendent à intégrer aux cadres théoriques de la didactique des mathématiques des cadres théoriques issus de la psychologie des apprentissages et de la psychologie cognitive, ceci dans le souci de faire correspondre deux logiques : celle d'une théorie de l'apprentissage, qui définit les conditions nécessaires au développement des connaissances de tous les élèves et celle de l'activité de l'enseignant dans des contextes institutionnels particuliers. Soucieux d'exploiter au mieux notre étude de cas afin d'ouvrir une discussion sur les compétences professionnelles nécessaires à la mise en place d'interactions langagières en classe, nous avons souhaité, à l'instar de ces travaux, intégrer à notre analyse les apports de travaux de psychologues concernant les conduites interactives de guidage dans les situations d'apprentissage. Les cadres théoriques présentés dans ce paragraphe visent donc à enrichir la description de l'action didactique du professeur dans la situation « Atelier » et l'analyse des modalités d'aménagement du milieu par l'enseignant par une étude offrant une caractérisation de la posture interactive du professeur en classe, en termes de tuteur et/ou de médiateur. Ces termes, proches au point d'être fréquemment confondus, ne recouvrent pourtant pas la même réalité enseignante. Les recherches de psychologues sur la question de la tutelle et de ses effets, sur la médiation, sur l'expertise de l'enseignant tuteur ou médiateur, sont nombreuses. Outre les références aux ouvrages de Vygotski (1985) et Bruner (1983), le recensement que nous vous proposons ici s'appuie sur le travail de synthèse coordonné par Dumas Carré et Weil-Barais (1998), et sur le travail de Vannier-Benmostapha (2003).

La transmission sociale chez Vygotski

Nous souhaitons présenter dans ce paragraphe quelques éléments des travaux de Vygotski car ceux-ci, accordant une importance primordiale aux facteurs sociaux dans les processus de développement et d'acquisition de concepts scientifiques, constituent un cadre théorique essentiel aux analyses des psychologues et didacticiens en termes de tutelle et de médiation dans la mesure où ce cadre. Cette présentation s'appuie sur les ouvrages de

Vygotski cités, l'ouvrage de Vergnaud (2000) et l'ouvrage dirigé par Schneuwly et Bronckart (1985).

Contemporain de Piaget, le psychologue Lev S. Vygotski s'est élevé de façon forte contre d'une part le pari fait par de nombreux psychologues de son époque d'essayer de saisir un développement cognitif indépendamment des apprentissages scolaires et d'autre part la condescendance avec laquelle ces psychologues regardaient la recherche en éducation. Dans le chapitre VI de *Pensée et langage* (1934, trad.fr. 1998), Vygotski s'attache à prendre à bras le corps le problème général de l'enseignement et de l'apprentissage des concepts scientifiques. Analysant les modes d'élaboration d'un système de concepts, Vygotski (1934, trad.1998, p.311) écrit :

La conscience se développe comme un tout, modifiant à chaque nouvelle étape toute sa structure interne et la liaison de ses parties, et non comme la somme des modifications partielles intervenant dans le développement de chaque fonction

Il ajoute (op.cité, p.318) :

C'est seulement lorsqu'il est intégré dans un système que le concept peut devenir conscient et volontaire. Appliqués aux concepts, conscient et systématique sont absolument synonymes, tout comme spontané, non conscient et non systématique sont trois mots différents pour désigner une seule et même chose dans la nature des concepts enfantins.

S'interrogeant sur les liens entre concepts scientifiques et concepts quotidiens, Vygotski (op.cité p.320) établit, en réponse aux travaux de Piaget, que la dépendance des concepts scientifiques à l'égard des concepts spontanés et en retour leur influence sur ces derniers découlent du rapport particulier qu'a avec l'objet le concept scientifique, concept dont la caractéristique est qu'il est médiatisé par un autre concept et inclut en même temps que le rapport à l'objet les premiers éléments d'un systèmes de concepts. Il écrit :

Ainsi le fait qu'un concept scientifique le soit en raison de sa nature même implique qu'il occupe une certaine place dans le système des concepts, laquelle détermine son rapport avec les autres concepts. L'essence de tout concept scientifique est définie avec une extrême profondeur par Marx : « Toute science serait superflue si l'apparence et l'essence des choses se confondaient » C'est là l'essence du concept scientifique. Il serait superflu si, comme le concept empirique, il reflétait l'objet dans son apparence.

Vygotski confère alors une place centrale à la question du rapport entre développement et apprentissage dans son étude du processus d'élaboration des concepts. Pour lui, on ne doit ni identifier purement et simplement développement et apprentissage, ni considérer, comme les maturationnistes, que le développement précède l'apprentissage, mais adopter une troisième solution théorique : d'une part, les bons apprentissages sont ceux qui précèdent le développement, d'autre part, le développement amplifie les bénéfices de l'apprentissage. Le développement et les apprentissages scolaires ne forment donc pas des

processus indépendants mais un seul et même processus, et il existe entre eux des rapports complexes :

C'est une constatation empirique, souvent vérifiée et indiscutable, que l'apprentissage est en relation avec le niveau de développement de l'enfant. (...) Il existe une relation entre un niveau donné de développement et la capacité potentielle de l'apprentissage (Schneuwly et Bronckart (1985), p.106).

Partant de ce constat, Vygotski a mis en évidence que, pour définir le rapport effectif entre développement et possibilité d'apprentissage, il n'est pas suffisant de définir seulement le degré de développement mais il est nécessaire de déterminer au moins deux niveaux de développement. Le premier est appelé « développement actuel de l'enfant », il correspond au « degré de développement atteint par les fonctions psychiques de l'enfant » (Schneuwly et Bronckart (1985), p.106). Le second est un niveau de développement potentiel. Entre les deux se situe la « zone de proche développement » ou *zone proximale de développement*, que Vygotski définit comme ce que l'enfant sait faire avec l'aide d'autrui et qu'il ne sait pas faire seul. L'idée introduite consiste à dire que l'apprentissage avec autrui crée les conditions chez l'enfant de toute une série de processus de développement, lesquels ne se produisent que dans le cadre de la communication et de la collaboration avec les adultes ou avec des pairs, mais qui deviendront après coup une conquête propre de l'enfant (Vergnaud, p.23). Il est toutefois primordial d'avoir à l'esprit qu'il ne s'agit pas par imitation mécanique que l'enfant bénéficie de l'aide et de la collaboration avec autrui : nous ne pouvons imiter que ce qui se trouve dans la zone de nos possibilités intellectuelles.

Vygotski établit alors une loi fondamentale du développement des fonctions psychiques de l'enfant :

Chaque fonction psychique supérieure apparaît deux fois au cours du développement de l'enfant : d'abord comme activité collective, sociale et donc comme fonction interpsychique, puis la deuxième fois comme activité individuelle, comme propriété intérieure de la pensée de l'enfant, comme fonction intrapsychique ((Schneuwly et Bronckart (1985), p.111).

Une conséquence majeure de cette thèse en didactique des sciences consiste à faire apparaître le développement du langage comme un paradigme à la question du développement des fonctions psychiques de l'élève. Le langage apparaît tout d'abord comme un moyen de communication de l'élève avec ceux qui l'entourent. C'est seulement dans un second temps qu'il devient un mode de pensée fondamental de l'élève lui-même, une de ses fonctions psychiques. Celui-ci découvre son environnement et apprend à agir sur les objets grâce à la médiation sociale, à travers ses interactions avec autrui. C'est aussi à travers ses interactions, et principalement pour nous par le langage, qu'il apprend à utiliser les systèmes de signification pour la régulation progressive des ses actions. Le développement cognitif et les acquisitions s'avèrent donc tributaires des interactions sociales, particulièrement des

situations fortement asymétriques entre adulte et enfant (Winnikamen, 1998, p.37 - 38) ou professeur et élève dans le cadre de la classe. Vygotski présente ainsi le langage dialogique comme élément fondamental dans l'étape de guidage pour permettre la progression du novice à l'intérieur de sa propre zone de développement cognitif. Dans cette optique, l'engagement concret de l'adulte (communication, démonstration, modélisation) vis-à-vis du novice, dans le cadre d'une activité visant son développement cognitif, pourrait être considéré comme caractérisant une posture de guidance. La finalité de cette conduite reste l'autonomie du sujet socialisé. Nous verrons plus précisément certaines modalités de cette posture de guidance en termes de médiation et tutelle dans suite de ce paragraphe.

Le modèle de tutelle de Bruner

Dans la préface du livre « *Savoir faire, savoir dire* », le psychologue américain Bruner (1983) annonce son projet d'opérationnaliser la thèse vygotkienne de l'apprentissage socialement médiatisé : « *Une voix au moins se fait entendre au travers de la plupart de ces articles, c'est celle du psychologue russe L. S. Vygotski. C'est son oeuvre qui m'a très tôt convaincu qu'il est impossible de concevoir le développement humain comme autre chose qu'un processus d'assistance, de collaboration entre enfant et adulte, l'adulte agissant comme médiateur de la culture. [...] Il y a un article dans ce volume qui a spécifiquement affaire avec la façon dont un adulte aide un enfant à maîtriser une tâche conceptuelle, une construction dont la solution dépend de la manière de concevoir les liens entre les parties. Chose curieuse, c'est une des rares études de la littérature psychologique sur la façon dont quelque chose, dans les faits, est enseigné.* » (Bruner, 1983, p 8)

Bruner (1983) définit la tâche générique de tutelle en milieu scolaire de la façon suivante : « aider l'enfant à résoudre un problème qu'il ne saurait résoudre seul mais pour lequel il est néanmoins capable de reconnaître des solutions acceptables ». Reprenant la théorie de l'apprentissage socialement médiatisé avancée par Vygotski, la tutelle représente un des moyens de réaliser la médiation culturelle. Le programme de tutelle mis au point par Bruner correspond donc à une *approche fonctionnelle* de la tutelle : les tâches prescrites au tuteur permettent la réalisation des conditions nécessaires à l'activité selon la théorie de *l'apprentissage socialement médiatisé* avancée par Vygotski. Elle rend également opérationnelle le concept de *zone proximale de développement* avancé par Vygotski (1985) :

« On ne peut enseigner à l'enfant que ce qu'il est déjà capable d'apprendre. L'apprentissage possible là où il y a possibilité d'imitation. C'est la zone proximale » de développement de l'enfant qui définit ses possibilités d'apprentissage. » (Vygotski, 1985)¹⁵

Le tuteur doit permettre à l'élève d'accéder un milieu qui lui soit juste suffisant pour mener à bien la tâche. Elle correspond à une aide effective dans la zone proximale de développement de celui-ci.

Cette aide vise néanmoins à l'autonomie de l'élève : la tutelle doit toujours avoir pour objectif de disparaître : « Ce que l'enfant sait faire aujourd'hui en collaboration, il saura le faire tout seul demain » (Vygotski, 1985)¹⁶.

L'analyse de l'activité de tuteur conduit Bruner à décrire six fonctions de la tutelle :

- *l'enrôlement du sujet* dans la tâche, où il s'agit pour le tuteur de susciter l'intérêt et la motivation chez le tutoré ;

- *la réduction de la difficulté* vise à supprimer les obstacles qui ne sont pas nécessaires à l'apprentissage et risquent de le rendre artificiellement difficile ;

- *le maintien de l'orientation* ou le rappel par la mise en évidence du but de la tâche et des sous-buts qui y mènent ;

- *la signalisation des caractéristiques* cherche à donner les informations complémentaires utiles à la réalisation de la tâche ;

- *le contrôle de la frustration* vise à maintenir l'intérêt et la motivation qui risquent de s'éteindre en fonction de la difficulté rencontrée par l'élève ;

- *la démonstration* est la reprise par l'enseignant de ce que dit l'élève pour produire une exécution.

La tutelle, au sens de Bruner, consiste donc en un étayage marqué par la présence active de l'adulte au côté du tutoré lors de la réalisation de sa tâche.

¹⁵ Op.cité, p.273

¹⁶ Op. cité, p.273

Andrée Dumas Carré et Annick Weil-Barais (1998) coordonnent un ensemble de recherches sur les pratiques des enseignants dans le but de comprendre comment, dans des domaines scientifiques, les connaissances se construisent dans les interactions pédagogiques. Si les études sur les interactions verbales existent déjà (par exemple : Gofman (1974, 1987), Bange (1987), Winkin (1981)), ce n'est que très récemment qu'elles sont prises en compte dans le processus de construction des connaissances, signe d'évolutions théoriques importantes concernant les connaissances et de la reconnaissance nouvelle de l'homme actif comme interagissant avec ses pairs dans des situations en constante évolution :

Il est clair que les implications ou les présupposés politiques d'une telle approche sont patents dans un modèle où l'accès au savoir, pensé comme condition d'une réalisation effective de la liberté et comme condition de respect d'une égalité des droits entre citoyens, fait de l'enseignement scientifique le paradigme de toute éducation ; où l'éducation scientifique, comme formation à la rationalité est un devoir moral.» (Frelat-Kahn, 1998, p.19)

Les travaux de Dumas Carré et Weil-Barais (1998) prennent en compte trois cadres théoriques majeurs : le constructivisme, l'interactionnisme social et la relativité épistémologique.

L'adoption des thèses constructivistes, concevant l'élève comme un sujet actif qui construit ses connaissances en réponse aux situations problématiques qu'il rencontre, conduit les auteurs à valoriser les activités de résolution de problèmes. Toutefois, ceux-ci soulignent que la part de construction, si importante qu'elle soit sur un plan psychologique, y reste limitée et étroitement liée aux interventions de l'enseignant qui est le seul à savoir si les stratégies adoptées par les élèves sont celles qu'il fallait élaborer et si ce qui a été déduit-construit est légitime. Il est donc nécessaire de penser la « *dévolution des questions* », c'est-à-dire le processus par lequel les questions scientifiques deviennent reconnaissables par l'élève, de telle sorte qu'il puisse s'en saisir à son tour.

Retenant ensuite la thèse vygotkienne selon laquelle c'est dans l'interaction avec les autres que les humains se construisent (*interactionnisme social*), Dumas-Carré et Weil-Barais (1998) placent les interactions interindividuelles au cœur de la formation des connaissances. Considérant que « c'est par le jeu des relations inter-psychiques que les enfants en viennent à partager les connaissances des groupes dans lesquels ils sont insérés » (Dumas-Carré, Weil-Barais, 1998, p.4), les auteurs font de la médiation sociale un moyen de transition d'un fonctionnement psychique inter-individuel à un fonctionnement psychique intra-individuel. La médiation des adultes dans l'accès au savoir par les enfants est alors conçu comme un

moyen qui leur permet d'accéder à l'autonomie. Les connaissances ne sont plus pensées comme des « propriétés individuelles » mais comme quelque chose de « partagé ». Les propositions n'acquièrent un statut de connaissance qu'en tant qu'elles sont reconnues par les partenaires des échanges. Les processus de transaction, de persuasion, de négociation...sont alors largement privilégiés.

Enfin, la remise en cause de l'universalité des connaissances scientifiques conduit les auteurs à préférer à l'idée de « concepts de base » préalable à tout enseignement scientifique l'idée selon laquelle les savoirs sont « situés » socialement dans le temps et dans l'espace : « Bien que déposés dans des ouvrages ou autres média, les savoirs n'existent que tant qu'il y a des hommes capables de les interpréter et de les transformer pour traiter des situations » (op.cité, p.4). Apprendre pour l'élève, c'est alors entrer dans un jeu de reformulation et d'interprétation et se positionner par rapport aux connaissances, juger de leur pertinence, confronter différentes sortes de solutions...

La prise en compte des trois points de vue conduisent Dumas-Carré, Weil-Barais et al. (1998) à repenser le rôle et les fonctions des professeurs de sciences dans le processus de construction des savoirs par les élèves. L'enseignant n'est plus celui qui expose et transmet les connaissances mais celui qui « aide les élèves à en construire à l'occasion des interactions didactiques » (op.cité, p.5).

En étudiant les échanges entre les professeurs et les élèves intervenant dans différents contextes de travail et avec des enjeux cognitifs variés, Dumas Carré et Weil-Barais et al.(1998) tentent d'explicitier les conditions requises pour que des échanges constructifs puissent avoir lieu, tant du point de vue des caractéristiques des tâches proposées aux élèves et des fonctionnements de groupe que du point de vue des fonctionnements inter-discursifs. Deux types d'interactions didactiques sont particulièrement étudiés :

- Les interactions de type *tutelle*, pour lesquelles l'accent est mis sur l'aide à la production de réponses ou sur l'aide à l'appropriation de procédures de traitement ou de contrôle de l'activité cognitive;

- Les interactions de type *médiation*, pour lesquelles l'accent est mis sur la prévention des incompatibilités cognitives, sur la négociation des significations, des règles, des normes et des conventions, sur le partage des présupposés et des valeurs sur lesquels reposent les activités scientifiques (déterminisme, économie de la pensée, etc..).

L'enseignant tuteur

La conception de tutelle retient la fonction d'étayage assurée par le professeur (Bruner, 1983). La tutelle se caractérise par le fait que le professeur guide les actions (au sens large) des élèves, la réussite de l'accomplissement de l'activité demandée étant le garant de la maîtrise des savoirs. L'enseignant tuteur propose aux élèves des situations et des questions, oriente leur activité, leur propose des « sous-buts », montre, informe, etc. Les décisions d'action du professeur s'appuient sur une interprétation de l'état de progression des élèves.

Pour Fajda Winnykamen (1998), l'interaction de tutelle suppose la dissymétrie entre interactants, l'implication des partenaires dans la tâche, l'aide du tuteur. L'auteur donne une précision sur chacun des trois points :

La *dissymétrie* est davantage liée aux compétences lorsqu'il s'agit d'interaction entre pairs. Elle est davantage fondée sur le statut lorsqu'il s'agit de la relation enseignant-élève. La relation éducative est, par essence, dissymétrique, ce qui peut être difficile à dépasser pour certains élèves. Nous le verrons, certaines situations permettent toutefois de réduire la dissymétrie et restaurent chez l'élève une dimension d'expertise qui rééquilibre la relation.

L'*implication* et l'intérêt des interactants est une nécessité : l'objectif de l'un est d'apprendre tandis que l'autre se donne l'objectif de faire apprendre. En complément du point précédent, nous pouvons préciser que le professeur dont la tâche est d'enseigner, apprend lui aussi sur le fonctionnement de l'élève, à partir de ce que ce dernier peut lui dire lors des échanges.

L'*aide* comporte différents degrés selon qu'il s'agisse d'un apport plus ou moins important à la réalisation de la tâche. Winnykamen (1998) distingue le rôle du tuteur et celui de l'expert : « l'expert devient tuteur s'il prend conscience de son rôle et se met en mesure de faire progresser le novice ».

Dans une étude sur les institutrices de maternelle aidant spontanément leurs élèves dans la réalisation d'un puzzle, l'auteur relève plusieurs catégories d'interventions caractérisant la tutelle. Celles-ci sont la recentration de l'élève sur la tâche (désignation d'une pièce par pointage), le guidage dans la progression de la tâche (indication de la pièce nécessaire), l'aide au dépassement d'un obstacle (suggestion de changement), l'aide à la gestion procédurale (indication d'une autre stratégie), le maintien de la relation (encouragements), l'implication de la maîtresse dans la relation (disponibilité).

Ces catégories sont assez proches des caractéristiques identifiées par Bruner présentées précédemment. Elles désignent clairement ce qu'est la tutelle dans le cadre singulier de l'école maternelle, à une période où l'enfant n'est pas encore totalement élève et où il dépend encore beaucoup de l'adulte.

L'enseignant médiateur

La médiation se caractérise par une reconnaissance de la part de l'enseignant des dimensions conflictuelles des processus d'accès au savoir, résultant des singularités de la science comme système de pensée et comme activité. L'enseignant est médiateur dans le sens où il constitue un *intermédiaire* d'une part entre le monde des connaissances et des pratiques scientifiques et, d'autre part, les élèves. Sa fonction est de *négocier* avec les élèves les changements cognitifs. L'enseignant médiateur n'intervient pas avec l'élève dans l'activité engagée : il reste à distance. Il est garant du passage du savoir en acte ou du savoir-faire vers la conceptualisation, suscitant l'émergence du savoir-dire comme dynamique de passage vers la conceptualisation.

Pour Frelat-Kahn (1998), la prise en compte du concept de médiation en didactique des sciences se fonde sur deux présupposés fondamentaux : « l'immutabilité de l'objet de savoir » et « la commensurabilité des discours ».

L'affirmation du caractère immuable de l'objet de connaissances, du caractère absolu de l'objet vrai et du caractère absolu de l'approche du vrai fait du sujet connaissant un spectateur. Cette idée implique en effet une extériorité de l'objet à connaître tant par rapport au maître que par rapport à l'élève. C'est l'objet, sa position en soi qui rend possible l'accord sur les propositions et les jugements que l'on établit à son propos : c'est « le rapport à un objet problématique extérieur et commun au maître et à l'élève qui fonde la relation de l'enseignant à l'enseigné » (Frelat-Kahn, 1998, p.21). Dans cette position, le rôle de l'enseignant est celui de « médium », vu comme moyen entre l'objet inébranlable et le regard du sujet.

Faisant ensuite l'hypothèse de la commensurabilité des discours, la conception de médiateur suppose ensuite que l'on fasse l'hypothèse selon laquelle la rationalité renvoie à la soumission à « un ensemble de règles énonçant comment il est possible de s'accorder rationnellement sur ce qui est susceptible de clore un débat en chaque point où des énoncés semblent entrer en conflit » (Rorty (1977), trad. (1990, p.350) cité par Frelat-Kahn (1998, p.22). Un tel présupposé implique que toute relation dialogique suppose qu'il est possible d'établir un accord sémantique, témoignant un terrain d'entente réunissant tous les participants au sein d'une rationalité commune, et donc l'identification d'un référent extérieur et commun à l'ensemble des locuteurs. Plus encore, le rapport dialogique n'est possible que dans la mesure où chacun peut se référer à quelque chose d'extérieur : « c'est un référent commun immuable extérieur qui fonde la co-référence nécessaire tout à la fois au savoir et au savoir-faire impliqués » (Frelat-Kahn, 1998, p.22).

Les interactions de type médiation se manifestent par des formats interdiscursifs assez variés qui s'apparentent soit à des discussions (des échanges argumentés), soit à des routines conversationnelles qui instaurent des modes de relation aux objets que le professeur cherche à faire partager aux élèves, selon les enjeux des séquences didactiques (Franceschelli & Weil-Barais, 1998). L'enseignant peut alors avoir recours à des modalités linguistiques variées (assertive, injonctive, interrogative, optative). Les objets des échanges ne sont plus seulement les situations et l'action mais des objets épistémiques, des formes de raisonnement, des coutumes, des conventions, etc.

Quelles compétences pour l'enseignant ?

L'observation de pratiques « courantes » en classe a mis en évidence le fait que les enseignants interagissent peu avec leurs élèves sur le mode de la tutelle et de la médiation. L'hypothèse avancée est que les situations de travail dans lesquelles les élèves étaient engagés jouaient un rôle déterminant pour ce faire. Quelles caractéristiques doivent avoir les situations pour que les élèves puissent être véritablement concernés et s'engager dans un processus interactif de co-construction de connaissances? Telle est la question centrale à laquelle se sont intéressées Dumas Carré et Goffard (1997). Elles étudient les échanges entre élèves dans des situations ayant des caractéristiques bien définies, susceptibles, au vu d'une analyse *a priori*, de favoriser les échanges entre élèves et de permettre à l'enseignant d'exercer un rôle de médiateur.

L'analyse de séquences de travail relatives à des problèmes de recherche montre que le professeur est toujours actif auprès des élèves mais il n'est plus seulement celui qui sait et qui « révèle » peu à peu la bonne parole. Il est, bien sûr, la personne ressource qui détient le savoir et qui *in fine* sera le garant que les constructions auxquelles sont parvenues les élèves sont acceptables du point de vue scientifique. Le professeur propose aux élèves un problème permettant un choix de stratégies ; il guide leur recherche, organise, maintient, relance leur travail. En ce sens il exerce un rôle de tuteur. Par ailleurs, il s'attache à ce que tous les groupes s'expriment, à ce que les différentes solutions soient prises en compte, évaluées, discutées. Il cherche par ailleurs à entraîner les élèves au plus près de la « vérité » (référence au corpus scientifique). C'est à ce niveau qu'il exerce un rôle de médiateur auprès des élèves. Il s'agit, de fait, de les convaincre qu'il est dans leur intérêt de le suivre sur la voie qu'il leur trace.

En résumé, en étudiant différents types d'interaction, Dumas Carré et Goffard (1997) montrent que les professeurs de physique doivent posséder des compétences particulières pour

mettre en place un débat libre et ouvert, cadre indispensable d'interaction des subjectivités pour l'accès à une objectivité. Parmi ces compétences, nous pouvons en relever quelques-unes qui semblent essentielles :

- la capacité à créer et à gérer des situations problématiques permettant aux élèves de s'engager dans le travail, pas seulement comme récepteurs d'informations mais comme sujets impliqués dans la construction des significations et, très généralement dans un processus d'appropriation de la culture scientifique ;

- la capacité à reconnaître et à mettre en mots ce que pensent les élèves ainsi que leurs modes de fonctionnement cognitif, de telle sorte que ceux-ci puissent acquérir un caractère public ;

- la capacité à faire débattre les élèves et à les « embrigader » dans des modalités de confrontation des idées qui ne leur sont pas nécessairement familières (notamment, contrôle expérimental, contrôle conceptuel et logique, référence à l'avis de l'expert) ;

- la capacité à offrir aux élèves des outils de communication qui leur soient accessibles (la maîtrise des systèmes symboliques spécifiques des domaines de connaissance étant le point d'arrivée du processus d'enseignement-apprentissage et non pas le point de départ) ;

- la capacité à mobiliser, de manière rationnelle, divers modes d'intervention ajustés à des finalités d'apprentissage diverses (instauration d'automatismes, changement conceptuel, démarches de modélisation, de vérification, etc.).

Ces différentes capacités font appel à des connaissances multiples relevant de la physique elle-même, mais aussi de la didactique (connaissance des conceptions et raisonnements spontanés, des systèmes symboliques précurseurs des systèmes savants, des guidages nécessaires, etc.), de l'épistémologie des sciences (différences entre la physique intuitive et la physique savante, statut des modèles, des formalismes mathématiques, etc.), de la psychologie (fonctionnement des groupes, processus d'apprentissage, etc.), de la linguistique (études des formes et des genres discursifs, sémiologie, etc.). L'adoption de ce cadre théorique pour l'étude des interactions en situation d'« Atelier » de géométrie que nous proposons ici vise à interroger ces conclusions dans le cadre de l'enseignement de la géométrie à l'école primaire.

La conception de tutelle et médiation retenue pour notre analyse

Pour notre objet d'étude, l'intérêt majeur de ce cadre théorique réside dans le fait qu'il propose la mise en place d'une nouvelle approche des situations de transmission des connaissances scientifiques : il confère aux interactions situation-élève(s)-enseignant-savoir une place prépondérante et intègre de façon forte le sujet dans la relation didactique par une focalisation sur les formes des échanges. Ainsi, ce cadre théorique induit un changement quand à la façon de percevoir la relation entre les mathématiques (et les sciences en général) et les sciences humaines. La prise en compte plus soutenue de la dimension interactive nécessite le recours à des domaines extérieurs aux disciplines d'enseignement tels que la psychologie, la linguistique, voire la philosophie. Ce cadre théorique fait de ces « domaines extérieurs » une source d'outils conceptuels potentiels pour la compréhension de phénomènes didactiques et il envisage une conception des situations didactiques restituant conjointement les dimensions disciplinaires et interactives. Dans ce cadre, le rapport à l'objet est alors subordonné à la relation d'entente que les sujets auront pu construire à propos de cet objet. Cette transformation fondamentale consiste ainsi à considérer la relation dialogique (ou trilogique : enseignant-élève-milieu) comme constitutive d'objectivité et préfère à la notion de référence l'idée de co-référence. Or, l'analyse de la situation d'Atelier en termes de jeux de langage (Partie 3) nous montre que la construction de co-références en géométrie constitue un enjeu fondamental de la situation. Éclairés par ce cadre théorique, notre travail consiste à comprendre comment de telles connaissances se construisent dans les échanges observés.

Les concepts de tutelle et médiation sont toutefois en construction et « il est difficile de dégager un corpus de faits qui auraient valeur de règles, prescriptives ou seulement indicatives, dans la conduite de tutelle dans l'éducation scientifique » (Dionnet, 1998, p.326). Il nous semble donc important de préciser ici le sens que nous conférerons à ces termes dans notre analyse et la manière dont nous percevons la distinction entre ces deux postures. Dans notre analyse, quels éléments caractéristiques nous permettront de distinguer ce qui relève d'une part « d'une entreprise de modelage des conduites de l'élève par le jeu des guidages (où *in fine* l'élève peut répondre de manière satisfaisante pour l'enseignant sans avoir une idée des possibles et des contraintes et sans avoir lui-même une représentation de la situation) » et, d'autre part, ce qui relève de « la construction d'une connaissance négociée par un processus de médiation » (Dumas-Carré et Weil-Barais, 1998, p.7).

Reprenant la position de Dumas-Carré et Weil-Barais (1998, p.7), nous pouvons tout d'abord faire l'hypothèse que « le rapport au savoir que ces différentes formes d'interactions instaurent n'est pas le même » : dans le cadre de la tutelle, c'est l'exécution des tâches qui

déterminent les interventions du professeur, alors que dans un cadre de médiation, c'est le rapport au savoir qui est travaillé. Nous distinguons la posture de médiateur à celle de tuteur sous un double aspect : dans sa forme (distance du médiateur vis-à-vis du sujet) et dans son objet (intervention sur les conditions du rapport au savoir et non sur l'exécution de la tâche).

De façon schématique :

- La position de tutelle comme celle de médiateur de l'enseignant ont en commun d'offrir aux élèves une relation communicationnelle forte, en suscitant l'intérêt des élèves et en favorisant les interactions.

- En position de tutelle, l'enseignant est présent et intervient lors de la réalisation de la tâche, il donne des informations et répond aux questions des élèves sur la tâche.

- En position de médiateur, l'enseignant observe les élèves travailler. Il peut encourager les élèves mais n'intervient pas à propos du contenu de la tâche engagée. Adoptant une position de distance, il constitue un intermédiaire entre le monde des connaissances et des pratiques scientifiques et les élèves. Il doit mettre en place les règles garantissant le débat libre et ouvert, dans une rationalité commune. Il négocie avec les élèves les changements cognitifs, en étant garant du déroulement de l'activité.

DEUXIÈME PARTIE : ANALYSE DU DISPOSITIF EN TERMES DE THÉORIE DES SITUATIONS DIDACTIQUES

I. LE DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL DES ATELIERS DE GÉOMÉTRIE

L'objectif de ce paragraphe consiste à présenter de façon globale l'Atelier de géométrie tel qu'il a été conçu et prévu par l'enseignant. Pour ce faire, nous replacerons l'Atelier dans son contexte institutionnel en rappelant rapidement les compétences exigibles en cycle 3 en géométrie, nous présenterons le déroulement prévu de l'Atelier par activité, puis nous expliciterons plus précisément les objectifs visés par l'enseignant, tant mathématiques que communicationnels.

I.1. Le cadre institutionnel de l'enseignement de la géométrie au cycle 3

Ce paragraphe a pour but de faire brièvement le point sur les compétences exigibles en cycle 3 en géométrie et de replacer les objectifs visés par les situations proposées par l'Atelier de géométrie au sein des programmes officiels de l'école élémentaire.

Le document d'application des programmes en mathématiques au cycle 3 (Ministère de l'Éducation Nationale, 2002b, p.30) stipule que « l'objectif principal du travail en géométrie en cycle 3 est de permettre aux élèves de se familiariser avec les objets du plan et de l'espace et de passer progressivement d'une géométrie où les objets et leurs propriétés sont contrôlés par la perception à une géométrie où ils le sont par un recours à des instruments et par la connaissance de certaines propriétés ». Il s'agit également de favoriser la mise en place d'images mentales sous forme de références variées pour les principaux concepts rencontrés, en permettant aux élèves de les identifier dans différents types de configuration.

Selon les programmes, le travail spatial et géométrique s'organise autour de deux types de problème :

– « localiser des objets ou des assemblages d'objets dans l'espace, se repérer et se déplacer dans l'espace, en utilisant des représentations de cet espace (maquettes, photos, plans, cartes) » ;

– « comparer, reproduire, décrire, construire, représenter des objets géométriques (figures planes, solides) ou des assemblages d'objets. »

Reproduire un objet consiste à en faire une copie à l'identique, cet objet étant visible un certain moment (mais pas nécessairement pendant tout le temps de l'activité). La reproduction peut être réalisée à l'échelle 1 ou à une autre échelle : dans ce dernier cas, la validation se fait par superposition à l'aide d'un calque réalisé par l'enseignant. La reproduction d'objets de l'espace comme de figures planes suppose l'utilisation de différents outils, matériels ou supports. Plus encore, ce genre d'action conduit l'élève à prendre conscience des propriétés des objets qui leur sont présentés et de la nécessité de certains types d'information.

Décrire un objet, oralement ou par écrit, c'est utiliser un vocabulaire géométrique permettant à un interlocuteur d'identifier l'objet, de le reproduire ou de le représenter. En décrivant un objet géométrique d'abord, l'élève est amené à s'exprimer, à formuler des remarques sur les propriétés de cet objet. La situation génère la nécessité d'utiliser un vocabulaire précis. Les activités de communication motivées par la rédaction de messages descriptifs visant à identifier des objets géométriques permettent elles aussi à l'élève de réinvestir ce vocabulaire, voire de le préciser.

Représenter un objet ou une situation spatiale consiste à l'évoquer à l'aide de procédés graphiques conventionnels. La pluralité des représentations d'objets pouvant être présentées à l'élève a avant tout pour but de le sensibiliser à la multiplicité des points de vue d'un même objet.

Construire un objet, c'est le produire à partir d'un texte descriptif, à partir d'un schéma éclairé ou non par du texte, des codages. La construction d'un objet de l'espace ou d'une figure plane, en s'appuyant sur une représentation ou une description de l'objet, constitue la fin du processus. Là aussi, différents matériaux, supports et outils doivent être proposés. À ce niveau, le problème de la construction d'un polyèdre en carton peut être résolu par la réalisation d'un patron.

À travers ces activités, « les élèves (...) prennent conscience de certaines propriétés des objets et ils acquièrent des éléments de vocabulaire : face, arête, sommet ; côté, segment, milieu, droite (synonyme au cycle 3 de ligne droite), droites perpendiculaires, droites parallèles, angle ; ainsi que les noms de quelques solides et de quelques figures planes. »

Parmi les compétences géométriques exigibles en fin de cycle 3, nous retiendrons les suivantes :

- « Reconnaître de manière perceptive une figure plane, en donner le nom. »

- « Décrire une figure en vue de l'identifier dans un lot de figures ou de la faire reproduire sans équivoque. »

- « Utiliser à bon escient le vocabulaire suivant : triangle, triangle rectangle, triangle isocèle, triangle équilatéral, carré, rectangle, losange, cercle ; sommet, côté ; centre, rayon et diamètre pour le cercle ». Lors des activités de description de figures, les élèves ont l'occasion d'utiliser un vocabulaire plus important (polygone, côtés consécutifs, quadrilatère, et le vocabulaire spécifique des quadrilatères à ce niveau : diagonale, côtés opposés) mais sa maîtrise complète n'est pas exigée.

- « Percevoir un solide, en donner le nom » (les compétences sont relatives à une liste limitée de solides : cube et parallélépipède rectangle, mais les activités qui permettent de construire ces compétences peuvent concerner d'autres solides : prisme, pyramide, sphère, cylindre, cône).

- « Vérifier certaines propriétés relatives aux faces ou arêtes d'un solide à l'aide des instruments ».

- « Décrire un solide en vue de l'identifier dans un lot de solides ou de le faire reproduire sans équivoque ».

Le travail sur la perspective cavalière relève du collège : seules des activités relatives à la lecture-reconnaissance de telles représentations sont envisagées au cycle 3 (reconnaissance de certains solides ou mise en correspondance du solide réel avec une représentation en perspective).

- « Utiliser à bon escient le vocabulaire suivant : cube, parallélépipède rectangle, sommet, arête, face. »

Enfin, les instructions officielles (Ministère de l'Éducation Nationale, 2002a) placent aujourd'hui la résolution de problèmes au cœur des activités mathématiques, et géométriques en particulier. Les situations sur lesquelles portent les problèmes proposés peuvent être issues de la vie de classe, de la vie courante, de jeux, d'autres domaines de connaissances, ou s'appuyer sur des objets mathématiques (figures, nombres, mesures...). Avec ces activités, le développement des capacités à chercher, abstraire, raisonner, prouver, amorcé au cycle 2 se poursuit au cycle 3.

Pour cela, les instructions officielles incitent les enseignants à prendre en compte les démarches mises en œuvre par les élèves, les solutions personnelles qu'ils élaborent, leurs erreurs, leurs méthodes de travail, et à les exploiter dans des moments de débat. Au cycle 3, les élèves *"apprennent progressivement à formuler de façon rigoureuse leurs raisonnements, s'essaient à l'argumentation et à l'exercice de la preuve"*. Dans les moments de réflexion

collective et de débat qui suivent le traitement des situations, "l'usage ordinaire de la langue orale et les formulations spontanées des élèves prévalent. Ils sont toutefois complétés par le recours à un lexique et à des formulations spécifiques, nécessaires à la rigueur du raisonnement".

I.2. L'organisation des ateliers : déroulement prévu par type d'activité

I.2.1. Présentation de l'Atelier de géométrie

L'enseignant présente d'abord le dispositif d' « Atelier de géométrie des solides ». Il s'agit d'une séquence autour de la géométrie des solides comportant plusieurs séances de travail, finalisée par des exposés présentés aux autres classes de l'établissement. Les élèves, familiers avec le dispositif d'Atelier qu'ils font vivre en atelier d'écriture et en électricité, reconnaissent le dispositif comme une situation d'apprentissage particulière leur permettant de travailler en groupe, de communiquer autour des objets d'apprentissages avec la classe puis de partager ce qu'ils ont appris avec les élèves des autres classes.

I.2.2. Classement d'emballages dessinés dans le cadre d'un inventaire

Découverte de la situation, explication de la consigne

L'enseignant propose aux élèves une première activité, intitulée « découverte ». Il leur distribue une fiche (fiche 1, annexe 1) présentant une situation d'inventaire : un magasinier doit ranger douze boîtes et emballages ménagers, dessinés sur la fiche et repérés par des lettres majuscules, que l'on se propose de recenser ici :

A :	paquet de lessive (parallélépipède rectangle)	G :	boîte de camembert (cylindre)
B :	emballage de savon (pyramide tronquée)	H :	paquet de lessive (parallélépipède rectangle)
C :	boîte de sauce tomate (cylindre)	I :	boîte de thé (prisme à base octogonale)
D :	fromage emballé (pyramide tronquée)	J :	boîte de bonbons (prisme à base hexagonale)
E :	aérosol (cylindre)	K :	paquet de biscuits (parallélépipède rectangle (« fin »))
F :	fromage emballé (cylindre dont la base est une ellipse)	L :	balles de tennis (sphères)

Les élèves ont pour mission d'aider le magasinier dans cette activité en « *trouvant comment classer les emballages selon des ressemblances géométriques* », selon les termes de

la consignes. L'enseignant laisse d'abord les élèves lire le texte individuellement et découvrir les emballages dessinés. Puis la fiche est lue collectivement, en expliquant éventuellement le vocabulaire susceptible de poser problème. Ici, l'enseignant devra sans doute préciser le sens du mot « inventaire ». L'enseignant incite ensuite les élèves à réfléchir, ouvrant ainsi une phase de recherche.

Phase de recherche

Les élèves doivent, dans un premier temps collectivement, identifier des critères de classement géométriques leur permettant de classer les solides. L'émergence de ces critères et l'élaboration d'une grille de classement seront le fruit d'un débat collectif en classe. Les élèves auront alors retenu des critères dont ils auront reconnu le caractère géométrique : nombre de faces, nature des faces, voire nombres d'arêtes, de sommets.

Les élèves classent ensuite les emballages dessinés de façon individuelle.

Mise en commun

L'enseignant prend ensuite en charge une mise en commun des classements effectifs. Il permet à chacun de présenter son travail, en veillant à la précision des justifications apportées. Les réponses des élèves sont alors soumises à l'appréciation de la classe qui pourra les contester ou les valider.

A l'issue de cette mise en commun, les élèves se sont mis d'accord sur une grille de classement et le classement effectif des douze emballages présentés.

I.2.3. Mise en relation de solides de même nature représentés dans des registres de représentation différents

Présentation de la consigne

L'enseignant dispose sur une table centrale six solides fabriqués en carton et repérés par des chiffres.

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Cube | 4. Pavé droit |
| 2. Cylindre | 5. Prisme droit à base triangulaire |
| 3. Sphères (balles de tennis) | 6. Prisme droit à base hexagonale |

Deux fiches (fiches 2 et 3, annexes 2 et 3) sont distribuées aux élèves.

Sur la fiche 2 figurent des solides dessinés en respectant les conventions de dessin de la perspective cavalière et repérés par des lettres minuscules :

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| a. parallélépipède rectangle | f. cône |
| b. prisme droit à base hexagonale | g. prisme droit à base pentagonale |
| c. cylindre | h. pyramide régulière à base carrée |
| d. cube | i. sphère |
| e. prisme droit à base triangulaire | |

En haut de cette fiche figure également un tableau à remplir recensant le nombre et la nature des faces de ces solides, dont nous rappelons l'intitulé des lignes et colonnes :

	Nbre de faces	Il y a des faces qui sont des polygones				Il y a des faces qui ne sont pas des polygones	
		Carrés	Rectangles	Triangles	Autres polygones	Disques	Autres
A							
B							

Fig. 3 : Tableau 1, description des solides représentés en perspective cavalière

Ce tableau est pour l'instant laissé de côté, il fera l'objet d'une activité ultérieure.

Sur la seconde fiche (fiche n°3), un tableau à trois colonnes propose de mettre en correspondance les solides dessinés (repérés par des lettres minuscules), les solides « emballages » (repérés par des lettres majuscules) et les solides exposés (repérés par des chiffres)

SOLIDES DESSINÉS	SOLIDES EMBALLAGES	SOLIDES EXPOSÉS
A		
B		

Fig.4 : Tableau 2, mise en relation de différents registres de représentation de solides

La consigne est la suivante:

Associe les solides qui peuvent avoir des ressemblances :
 les solides (emballages), repérés par des lettres majuscules
 les solides exposés dans ma classe, repérés par des numéros
 des solides dessinés, repérés par des lettres minuscules.
 Il peut y avoir plusieurs numéros ou plusieurs lettres par case.

L'enseignant lit et explique la consigne à l'ensemble de la classe, s'assurant que tous ont compris la nature de la tâche.

Travail individuel

Les élèves remplissent alors le tableau de la troisième fiche de façon autonome, en relevant sur chaque représentation de solide les propriétés relatives aux critères de classement mis en évidence lors de la première phase, puis associant les solides appartenant à la même famille de solides.

Mise en commun

Les productions des élèves sont ensuite mises en commun et soumises à l'appréciation de la classe. Les élèves sont ainsi amenés à associer des représentations différentes de solides dont ils ont pu montrer qu'ils étaient de même nature.

Institutionnalisation

L'enseignant dresse un bilan du travail effectué, recensant les propriétés retenues pour effectuer le classement de solides selon des critères géométriques puis insistant sur la pluralité de représentations permettant de décrire un même solide. Les élèves et l'enseignant retiennent alors que l'on peut identifier la nature d'un solide en étudiant le nombre et la nature de ses faces :

Un polyèdre est appelé cube s'il possède six faces carrées.

Un polyèdre est appelé pavé s'il possède six faces rectangulaires.

Il existe d'autres familles de solides, elles aussi caractérisées par le nombre et la nature de leurs faces : les pyramides à base triangulaire (quatre faces triangulaires), les prismes droits à base triangulaires (deux bases triangulaires, trois faces rectangulaires), mais aussi des solides dont les faces ne sont pas des polygones : cylindres, sphères.

Chaque solide-type peut être représenté de différentes manières : dessin, représentation en perspective cavalière, construction des solides en carton. Les différentes représentations d'un même solide constituent des points de vue différents du même objet. Une représentation doit permettre de reconnaître l'objet tel qu'on le perçoit ; elle doit faire aussi figurer les propriétés non visibles mais objets de travail.

I.2.4. Description de solides dessinés en perspective cavalière, par le biais du premier tableau

Une fois les critères permettant d'identifier un solide comme représentation de solides-type élaborés, l'enseignant amène les élèves à décrire des solides divers par le biais du tableau n°1 figurant sur la fiche 2 distribuée lors de la première séance de l'atelier (annexe 2).

Rappelons que, sur cette fiche, neuf solides sont représentés en perspective cavalière, repérés par des lettres minuscules et recensés dans la description du déroulement prévu de l'activité précédente.

De façon classique, l'enseignant met en place l'activité en présentant la fiche aux élèves et en expliquant la consigne. Puis les élèves travaillent de façon individuelle et autonome. La correction s'effectue ensuite collectivement, les réponses étant validées par le biais d'un débat au sein de la classe.

I.2.5. Préparation aux échanges et échanges

Les élèves se répartissent en trois groupes. Chaque groupe a pour mission de préparer une communication à destination de l'une des autres classes de l'école, afin de leur faire partager « ce qu'ils ont appris » au cours de l'atelier de géométrie. Le contenu comme la forme de ces communications sont laissés au choix des élèves. L'activité de préparation aux échanges peut s'effectuer en plusieurs séances de travail, selon le besoin des élèves (1 à 2 séances sont prévues par l'enseignant). Les communications sont ensuite présentées aux classes auxquelles elles sont destinées.

I.3. Les objectifs mathématiques et communicationnels visés par l'enseignant

En ce qui concerne l'activité de classement d'emballages dans le cadre d'un inventaire, classer des solides « selon des ressemblances géométriques » nécessite d'identifier des propriétés *géométriques* communes permettant le regroupement en catégories. Il s'agit de reconnaître sur les solides des propriétés géométriques communes. Pour les élèves, l'aspect géométrique est relatif à l'identification de *formes caractéristiques* à partir de la reconnaissance de régularités perceptives indépendantes des autres attributs des objets

présentés¹⁷. Un travail sur la spécificité des propriétés qualifiées de « géométriques » est alors nécessaire. Conformément aux instructions officielles, les compétences visées par cet atelier sont

relatives à une liste limitée de solides [cube¹⁸, parallélépipède rectangle] mais les activités qui permettent de construire ces compétences peuvent concerner d'autres solides (prisme, pyramide, sphère, cylindre, cône). L'identification se fait parmi d'autres solides ou parmi des représentations planes de solides (vues, patrons) [ou] reconnaissance de certains solides ou mise en correspondance du solide réel avec une représentation en perspective. (Ministère de l'Éducation Nationale (2002b), p.33)

Pour classer les solides, les élèves doivent être capables d'identifier les faces d'un solide, d'en déterminer le nombre, la nature et leur position relative (notamment de reconnaître de façon perceptive les angles droits formés par des arêtes consécutives d'un solide).

L'explicitation des propriétés retenues, appelées critères de classement, puis des classes de solides induit une verbalisation de l'acte de pensée des élèves, qui peuvent dans un premier temps opérer une classification de façon perceptive. Les élèves devront alors s'approprier un vocabulaire élémentaire de la géométrie, permettant de parler des solides : arête, sommet, face, plane, polygone, carré, rectangle, triangle, disque, solide, cube, pavé (voire sphère, cylindre et cône). Ce travail de classement et de comparaison correspond exactement aux objectifs du Document d'application des programmes :

Passer progressivement d'une géométrie où les objets et leurs propriétés sont contrôlés par la perception à une géométrie où ils le sont (...) par la connaissance de certaines propriétés. [Pour ce faire, les élèves] prennent conscience de certaines propriétés des objets et acquièrent des éléments de vocabulaire : sommet, face, arête, (...); ainsi que les noms de quelques solides et de quelques figures planes (op. cité, p.30).

La classification effective des solides constitue une utilisation des critères géométriques retenus comme outils permettant de comparer et de classer des solides. Cette activité donne alors lieu à la mise en évidence de classes de solides, correspondant aux groupes formés par le classement des solides et identifiés par des propriétés déduites des critères de classement retenus : les cubes, les pavés droits, les sphères, les cônes, les cylindres et les autres familles non nommées : les pyramides régulières à base carrée, les prismes droits à base hexagonale, les prismes droits à base pentagonale, les prismes droits à base triangulaire.

¹⁷ La centration sur les régularités de formes indépendamment d'autres attributs fait partie du contrat de la géométrie, mais la consigne d'aider à réaliser un inventaire va induire certains élèves à prendre en compte les contenus des emballages.

¹⁸ Suivant l'usage de l'école primaire, les parallélépipèdes rectangles dont nous parlons ne sont pas des cubes.

L'activité de mise en relation de solides de même nature représentés dans des registres de représentation différents vise à étendre l'activité de classification entreprise dans la première activité à des maquettes de solides en carton et à des solides modélisés représentés en perspective cavalière. Les élèves doivent reconnaître les propriétés géométriques retenues comme critères de classement lors de l'activité précédente sur des solides représentés de différentes manières. Cette activité constitue pour les élèves l'occasion de réinvestir et consolider le rapport idoine aux objets dans le contexte de la géométrie construit lors de l'activité de classement, c'est-à-dire la manière de regarder ce que les solides donnent à voir dans ce contexte spécifique. Plus encore, la présentation et l'étude d'une pluralité des registres de représentation relatifs à un même type de solide participe à la construction par les élèves des objets de savoir géométriques visés par l'Atelier (le cube, le parallélépipède rectangle, autres types de solides non nommés et certaines de leurs propriétés caractéristiques) à partir de leurs représentations (emballages, maquettes, dessins en perspective cavalière). Comme le montre les désormais célèbres travaux de Duval (1993, 1995, 1996), la coordination des registres de représentation induite par cette activité joue un rôle décisif pour la différenciation réelle entre les objets mathématiques et leurs représentations. Vigilants à ne pas démesurément nous écarter de notre objet d'étude, nous ne développerons pas davantage cette question ; il nous semblait toutefois important de l'évoquer ici.

L'activité de description de solides dessinés en perspective cavalière par le biais du tableau figurant sur la deuxième fiche (annexe 2) a une nouvelle fois pour but d'amener les élèves à réinvestir les critères de classement retenus lors de la première activité. La description guidée proposée induit chez les élèves une modification de la façon de voir les solides : il ne s'agit pas de reconnaître leurs formes, par ressemblance, mais de décomposer les solides en unités de dimensions inférieures afin de les caractériser en fonction de la nature des faces qui les constituent. Les élèves sont ainsi amenés à juger du caractère polygonal des faces de chaque solide dessiné en perspective cavalière, puis à identifier la nature de chaque polygone en fonction des propriétés de leurs côtés selon les catégories imposées par le tableau : « carré », « rectangle », « triangle », « autre polygone ».

En résumé, nous distinguons six objets de savoirs visés par l'enseignant :

- la mise en évidence de propriétés géométriques permettant de décrire les éléments constitutifs d'un solide : face, arête, sommet. En écartant les caractéristiques non géométriques (couleur, matière...) des solides présentés, le caractère géométrique de ces

propriétés devra être mis en évidence. Plus encore, l'étude des solides éludera les questions de proportions et de taille des solides, pour ne s'intéresser qu'au nombre et à la nature de leurs faces. Implicitement, les élèves ne devront ainsi tenir compte que des propriétés d'orthogonalité et de parallélisme des arêtes, la mesure de ces arêtes n'intervenant alors que dans la distinction du carré et du rectangles.

- la reconnaissance des faces planes d'un solide (appelées ici « faces polygonales ») et l'identification de la nature de ces faces grâce au réinvestissement de connaissances de géométrie plane (reconnaître un carré, un rectangle, un triangle),

- l'appropriation d'un vocabulaire élémentaire de la géométrie : arête, sommet, face, plane, polygone, carré, rectangle, triangle, disque, solide, cube, pavé (voire sphère, cylindre et cône),

- l'utilisation de ces critères géométriques comme outils permettant de classer des solides, de mettre en relation diverses représentations de solides ou de décrire d'autres solides,

- la mise en évidence de classes de solides, correspondant aux groupes formés par le classement des solides et identifiés par des propriétés déduites des critères de classement retenus : les cubes, les pavés droits, les sphères, les cônes, les cylindres et les autres familles non nommées : les pyramides régulières à base carrée, les prismes droits à base hexagonale, les prismes droits à base pentagonale, les prismes droits à base triangulaire,

- la mise en relation de différentes représentations de solides de même nature : représentation en perspective cavalière conventionnelle, emballages ménagers dessinés, solides fabriqués en carton.

Ces activités visent avant tout la connaissance de propriétés qui vont permettre de développer des raisonnements pour résoudre des problèmes et pour justifier des solutions. Cette connaissance dépasse les représentations de solides qui ne sont que des réalisations chaque fois particulières. Comme le montre la première activité de classement d'emballages dessinés dans le cadre d'un inventaire, tout regard sur les solides requiert un questionnement qui, souvent, se fait contre le premier constat perceptif, contre ce que l'on a reconnu au premier coup d'œil : on peut imaginer que les emballages dessinés seront avant tout pour les élèves des boîtes de camembert, des paquets de lessive...La question au centre des activités consiste à identifier ce qu'il faut voir sur ces solides, ce qu'ils représentent. Il s'agit de faire prendre conscience aux élèves que les solides se regardent de façon spécifique en géométrie.

« Voir » en géométrie recouvre ici deux niveaux d'opération : la reconnaissance discriminative de formes et l'identification des objets correspondants aux formes retenues Duval (2004). Le passage d'un niveau d'opération à l'autre repose sur une *ressemblance* entre

la forme discriminée et la forme typique de l'objet représenté. Si cette ressemblance suffit quelquefois pour reconnaître l'objet représenté (les élèves identifient directement les cubes, les pavés dont ils ont une connaissance culturelle), il faut cependant souvent recourir à une énonciation implicite ou explicite, c'est-à-dire intégrer un apport verbal d'informations comme codage d'éléments figuratifs. Ainsi, reconnaître les similitudes entre des emballages, entre des solides parfois complexes (tels que les prismes de nature différentes) représentés dans des registres différents, supposera pour les élèves de recourir à un vocabulaire spécifique permettant d'identifier et d'explicitier avec précision les propriétés géométriques à considérer.

Notons enfin que la manière de voir les solides requise par les différentes activités de l'Atelier consiste à décomposer les solides en unités de dimensions 2 puis 1 : les solides sont décomposés en une configuration de figures planes, qui les faces dont il doivent reconnaître ou écarter le caractère polygonale pour mener à bien le classement ou remplir dans la fiche 3 (annexe 3). Les polygones sont à leur tour décomposés en segments (leurs côtés, arêtes du solide) pour identifier la nature des faces des solides, dans l'activité de mise en relation des solides (fiche 2, annexe 2) puis dans l'activité de description (fiche 3). Premier seuil décisif à l'apprentissage de la géométrie, il nous paraît intéressant de noter cette manière de voir est essentiellement d'ordre discursif et marque une rupture avec les processus naturels de reconnaissance de formes.

Sur le plan communicationnel, l'objectif global déclaré de l'atelier est de « mettre les élèves en situation de recherche, avec un enjeu de communication » à d'autres élèves. Les formes de travail choisie par l'enseignant (travail collectif ou travail en groupe) visent à favoriser la prise de parole des élèves et l'implication des élèves dans les diverses activités. Nous verrons plus précisément dans la quatrième partie de cette thèse les modalités de gestion mises en place par l'enseignant pour mener à bien cet objectif. D'une façon générale, l'enseignant marque sa volonté d'accompagner la mise en recherche par des débats sur les connaissances mobilisées par la situation : l'enjeu des échanges en fin d'Atelier contribue à la structuration de ces connaissances en savoirs.

II. ANALYSE DU SAVOIR EN JEU : ASPECT MATHÉMATIQUE DES PROPRIÉTÉS GÉOMÉTRIQUES EN JEU DANS LES ACTIVITÉS DE L'ATELIER

II. 1. Quelques propriétés susceptibles de classer les solides

Les solides proposés par l'Atelier de géométrie sont variés et pourraient être comparés mathématiquement de différents points de vue : correspondance par similitudes, identité de leur groupe d'isométries, possibilité d'être développés ou non en un patron plan. Il est clair que la comparaison par similitude ne convient pas pour l'Atelier car deux cubes se correspondent toujours par similitude, mais ce n'est pas le cas pour deux parallélépipèdes rectangles de proportions différentes, qui sont dans la même classe pour le classement attendu. Si l'on considère les isométries laissant invariant un solide, tous les cubes ont, à isomorphisme près, le même groupe d'isométries engendré par les symétries autour des plans de symétrie. De même, les cylindres (respectivement les boules, les pyramides ou prismes ayant pour base un polygone régulier donné) ont respectivement le même groupe d'isométries. Mais ce n'est pas le cas pour les parallélépipèdes rectangles qui ont en général seulement trois plans de symétrie, sauf lorsqu'ils ont au moins une face carrée, et qui constituent pourtant une même classe pour l'Atelier¹⁹. D'un autre point de vue, les solides de l'Atelier peuvent être répartis en trois classes : les solides développables²⁰ à faces planes (cubes, parallélépipèdes rectangles, pyramides et prismes), les solides développables à faces non toutes planes (les cônes et cylindres) et les solides non développables (la boule et la demi boule). Ce classement mathématique se retrouve en partie seulement sur le tableau de la fiche 2 qui distingue les solides développables à faces toutes planes des autres et range ensemble cône, cylindres et boules. Donc, aucune des propriétés mathématiques envisagées ci-dessus ne permet de retrouver les classes de solides visées par l'Atelier.

Par ailleurs, le classement réalisé dans l'Atelier ne prend pas en compte de façon homogène les questions de longueur, ni de proportion des diverses dimensions des solides étudiés qui déterminent pourtant visuellement pour les élèves l'allure du solide : pour les

¹⁹ Ce phénomène se produit dès l'étude de figures planes : deux rectangles (non carrés) ne se correspondent en général ni par isométrie ni par similitude, mais ils ont le même groupe d'isométries engendré par deux symétries par rapport à deux droites orthogonales. De plus, ce ne sont évidemment pas les seuls quadrilatères ayant ce groupe d'isométries, un losange a le même !

²⁰ C'est-à-dire admettant un patron plan.

parallélépipèdes rectangles, les élèves doivent considérer les solides de la figure 2 comme éléments d'une même famille (les parallélépipèdes rectangles), déterminée par le fait que les angles entre arêtes consécutives sont droits. Toutefois, les cubes et les parallélépipèdes rectangles forment deux catégories distinctes : l'égalité des longueurs des arêtes du cube doit ici être prise en compte. En résumé, le classement attendu ne relève pas de régularités homogènes du point de vue mathématique.

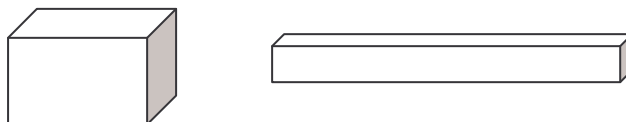


Figure 5 : Deux pavés de proportions différentes

II. 2. Solides développables et solides non développables

Les solides intervenant dans les activités proposées par l'Atelier de géométrie sont variés : cubes, pavés droits, sphères, cônes, cylindres et les autres familles non nommées (pyramides régulières à base carrée, prismes droits à base hexagonale, prismes droits à base pentagonale, prismes droits à base triangulaire). Ces solides sont de nature bien différente et l'étude de leurs faces, de leurs arêtes ou de leurs sommets ne peut être menée sans mettre à jour leurs différences structurelles. Si les élèves parviennent sans difficulté à percevoir l'arête d'un cube, qu'en est-il pour les arêtes d'un cylindre ? Pourquoi le cône ne peut-il être traité comme la pyramide ?

Avant même de clarifier les notions de face, arête, sommet, nous souhaitons saisir avec rigueur les objets géométriques étudiés et faire apparaître ces différences structurelles fondamentales en répartissant ces solides en trois classes : les solides développables à faces planes, les solides développables à faces non toutes planes et les solides non développables. Nous définissons et exemplifions chacune de ces classes de solides dans le tableau suivant.

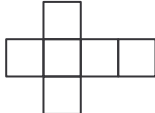
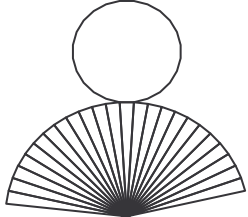
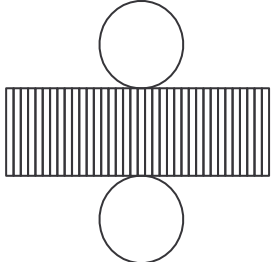
TYPE	PROPRIÉTÉS	EXEMPLES
<p align="center">Solides développables à faces planes</p>	<p>Ces solides constituent la famille des polyèdres. Leurs patrons sont plans et composés d'un assemblage de polygones.</p>	<p>Le cube, le pavé droit, les prismes droits et les pyramides. <i>Exemple du patron d'un pavé :</i></p> 
<p align="center">Solides développables à faces non toutes planes</p>	<p>Le patron de ces solides est plan. Toutefois, toutes les faces de ces solides ne sont pas nécessairement des polygones et certaines d'entre elles ne sont pas planes.</p>	<p>Le cône <i>Patron d'un cône :</i></p>  <p>Le cylindre <i>Patron d'un cylindre :</i></p> 
<p align="center">Solides non développables</p>	<p>Le patron de ces solides n'est pas plan</p>	<p>La sphère, la demi sphère</p>

Fig.6 : Solides développables, solides non développables

Si le mot « face » désigne ordinairement les figures planes délimitant un solide, le mot « arête » les côtés de ces figures planes et « sommet » le point d'intersection d'arêtes, l'étude comparative de solides divers tels que des polyèdres mais aussi des cylindres, des cônes, des sphères met rapidement en évidence les limites du champ d'application de ces définitions intuitives. Y'a-t-il des faces sur une sphère ? Le cylindre ou le cône possèdent-ils des faces, des arêtes, des sommets ? Ces problèmes vont sans aucun doute apparaître au cours des activités proposées par l'Atelier de géométrie. Il nous paraît donc important de revenir sur ces questions afin d'établir clairement les définitions mathématiques du vocabulaire de géométrie

convoqué dans les situations étudiées. Pour ce faire, nous nous référons aux travaux de Marcel Berger (1978) concernant la géométrie des convexes.

II.3. Notions de face, arête, sommet d'un solide : étude mathématique

Le mot face est utilisé par l'enseignant comme synonyme de frontière. Cet usage commode apparaît problématique pour certains élèves. Il en est de même des termes d'arête et de sommet lorsqu'il s'agit de parler des points du bord des bases du cylindre ou du cône. Pour clarifier ces questions, nous utilisons un ouvrage mathématique de référence sur les convexes (Berger, 1978) car les solides étudiés sont modélisables comme des convexes²¹ de l'espace affine \mathbb{R}^3 . Un résultat fondamental de la théorie des convexes peut s'exprimer en dimension 3 en disant que pour tout point de la frontière d'un solide convexe S de \mathbb{R}^3 , il existe un plan d'appui à S en ce point (Berger (1978, p.43), c'est-à-dire contenant ce point et tel que le convexe est tout entier d'un même côté du plan (avec éventuellement d'autres points dans le plan). Nous utilisons les plans d'appui pour décrire différents types de points frontières d'un convexe de \mathbb{R}^3 permettant de préciser les notions de face, arête, sommet.

II.3.1. La notion de convexe

Si les solides étudiés sont de nature différente, parfois développables, parfois non développables, tous sont des convexes de l'espace affine \mathbb{R}^3 . Afin de mener à bien cette brève étude, nous nous placerons donc dans le cadre des convexes dont nous nous proposons ici de rappeler la définition.

Convexe : Une partie S d'un espace affine X est dite **convexe** si pour tout A, B appartenant à S , le segment $[AB]$, défini comme l'ensemble $\{\lambda A + (1 - \lambda) B ; 0 \leq \lambda \leq 1\}$, est inclus dans S .

Exemples : Pour tous points A et B choisis à l'intérieur ou à la surface d'un cube, le segment $[AB]$ sera inclus dans le cube : le cube est un convexe de \mathbb{R}^3 .

²¹ Rappelons qu'une partie S est dite convexe si pour tout A et B appartenant à S , le segment $[AB]$, défini comme l'ensemble des barycentres $\{tA + (1 - t) B ; 0 \leq t \leq 1\}$, est inclus dans S .

De même, les pavés, les cylindres, les cônes, les pyramides, les boules sont des convexes de \mathbb{R}^3 .

Nous rappelons qu'un convexe est dit *fermé* s'il contient sa frontière.

II.3.2. Convexes et hyperplans d'appui

Dans le cadre des convexes de \mathbb{R}^3 , les définitions de « face », « arête » et « sommet » nécessitent l'introduction préalable de la notion d'hyperplan. Nous en proposons ici un bref rappel.

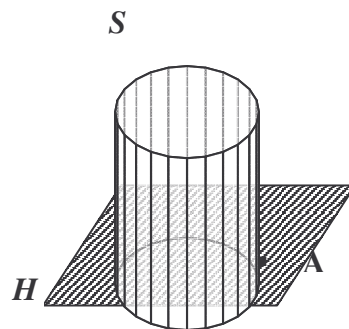
Hyperplan : Soit X un espace affine de dimension finie n . On appelle **hyperplan de X** un sous-espace affine inclus dans X et de dimension $(n-1)$.

Dans l'espace affine usuel de dimension 3, les hyperplans sont des sous espaces affines de dimension 2, c'est-à-dire des plans caractérisés par trois points non alignés leur appartenant (ou un point et deux vecteurs non colinéaires).

Dans le cas d'un espace euclidien, pour un point A fixé et un hyperplan H contenant A , les points M de H sont caractérisés par une équation $(\overrightarrow{AM} \mid \overrightarrow{BC}) = 0$ où \overrightarrow{BC} est orthogonal à H .

Hyperplan d'appui : Soit S une partie quelconque d'un espace affine X ; soit H un hyperplan contenant un point A de S . Soit $(\overrightarrow{AM} \mid \overrightarrow{BC}) = 0$ une équation de H . On dit que H est un hyperplan d'appui de S en A si $(\overrightarrow{AM} \mid \overrightarrow{BC})$ est de signe constant sur S .

Un hyperplan d'appui en A peut aussi être un hyperplan d'appui en d'autres points de S, comme le montre l'exemple du plan de la base du cylindre.



H est hyperplan d'appui de S en A, c'est aussi l'hyperplan d'appui de S en tout point de la frontière de sa base.

Fig.7 : Exemple d'hyperplan d'appui

Un résultat fondamental de la théorie des convexes est le théorème ci-dessous, de démonstration difficile (elle utilise le théorème de Hahn-Banach, (Berger, 1978, p.43)). D'un point de vue topologique, un convexe est fermé s'il est fermé pour la topologie de la norme, c'est-à-dire intuitivement qu'il contient sa frontière.

Théorème : Soit S un convexe fermé ; par tout point de la frontière de S passe un hyperplan d'appui en ce point.

Dans \mathbb{R}^3 , les hyperplans d'appui sont des plans de dimensions 2, nous les appellerons plan d'appui. Pour nous, cette propriété prouve que dans le modèle algébrique qui décrit la géométrie intuitive à l'école élémentaire, pour tout point M de la surface d'un solide convexe S, il existe un plan P passant par M et ne traversant pas S.

Exemple : Soient O un point de l'espace et r un réel positif. Considérons la boule fermée $B(O,r)$ de \mathbb{R}^3 de centre O et de rayon r définie d'équation $OM^2 \leq r^2$.

En un point quelconque fixé A de la surface, le plan affine T orthogonal à \vec{OA} et contenant A est le plan appui à la boule en A. Le point générique M de ce plan est caractérisé par l'équation : $(\vec{AM} | \vec{OA}) = 0$. Montrons que ce plan est le plan d'appui de la boule en A.

Pour tout point M de ce plan, on a $(\vec{AM} | \vec{OA}) = -OA^2 + (OM | OA) = (OM | OA) - r^2$

Pour M dans la boule est distinct de A, l'inégalité de Schwarz donne

$(OM | OA) \leq OM.OA \leq r^2$ et donc $(AM | OA) \leq 0$

$\vec{AM} \cdot \vec{OA}$ a un signe constant sur la boule privée de A.

Pour tout point A de la surface de la boule, le plan d'appui de la boule en A est donc unique, c'est le plan tangent à la boule en A.

Réciproquement, si H est un plan d'appui en un point A de la boule, montrons que H est le plan tangent en A à la boule.

Soit H un plan d'appui en A. Il admet une équation de la forme $\vec{AM} \cdot \vec{BC} = 0$. Or il existe D appartenant à la sphère $S(O, r)$ de centre O et de rayon r (frontière de la boule) tel que $\vec{BC} = k \vec{OD}$.

L'équation de H peut donc s'écrire $\vec{AM} \cdot \vec{OD} = 0$.

Soit D' le point de $S(O, r)$ tel que $\vec{OD}' = -\vec{OD}$.

On a toujours 1) $(\vec{AD} \cdot \vec{OD}) = (\vec{AO} + \vec{OD} \cdot \vec{OD}) = (\vec{AO} \cdot \vec{OD}) + OD^2 = (\vec{AO} \cdot \vec{OD}) + r^2$

2) $(\vec{AD}' \cdot \vec{OD}) = (\vec{AO} + \vec{OD}' \cdot \vec{OD}) = (\vec{AO} \cdot \vec{OD}) - OD^2 = (\vec{AO} \cdot \vec{OD}) - r^2$

Si $A \neq D$ et $A \neq D'$ alors $|(\vec{AO} \cdot \vec{OD})| < AO \cdot OD$ par l'inégalité de Schwarz,

donc $|(\vec{AO} \cdot \vec{OD})| < r^2$

Alors, les deux quantités $(\vec{AD}' \cdot \vec{OD})$ et $(\vec{AD} \cdot \vec{OD})$ sont de signes contraires, ce qui est impossible car H est un plan d'appui. Donc $A = D$ ou $A = D'$, c'est-à-dire A appartient donc à la frontière de la boule : H est le plan tangent en A.

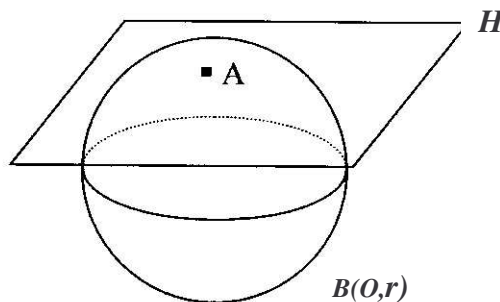


Fig.8 : Pour tout point A de la sphère $S(O, r)$, frontière de la boule $B(O, r)$, il existe un plan d'appui H passant par A et ne traversant pas $S(O, r)$: c'est le plan tangent à $S(O, r)$ en A.

II.3.3. Hyperplans d'appui, points extrémaux, face, arête, sommet

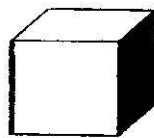
Nous allons maintenant étudier différents types de points frontières d'un convexe de \mathbb{R}^3 pour expliciter de façon précise les notions de face, arête, sommet.

Ordre d'un point

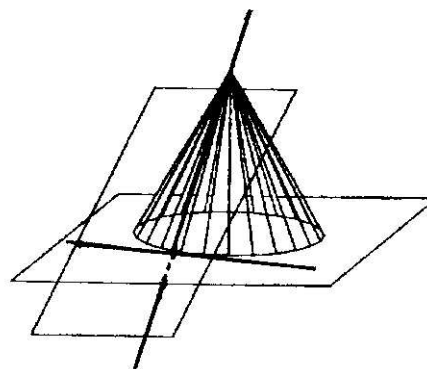
Soient S un convexe fermé (c'est-à-dire contenant sa frontière) de \mathbb{R}^3 et M un point de sa frontière. On dit que M est d'ordre n si l'intersection de tous les plans d'appui de S en M , est de dimension n (comme sous-espace affine). Les valeurs de n sont donc 0, 1 ou 2.

Si $n=0$, on dit que M est un *sommet* de S . Dans ce cas, il y a au moins trois plans d'appui dont l'intersection est réduite à un point. C'est le cas des sommets d'un pavé ou du sommet d'un cône.

Si $n=1$, l'intersection des plans d'appui en M est une droite qui peut être matérialisée comme intersection de deux plans d'appui en M (figure 3). Les points d'une arête d'un polyèdre qui ne sont pas des sommets sont des points d'ordre 1. Mais, de même, les points du bord d'une base d'un cône ou d'un cylindre sont aussi des points d'ordre 1. On peut différencier ces types de points en utilisant la notion suivante : les points de la frontière d'une base d'un cône ou d'un cylindre sont dits *extrémaux* au sens où ils ne sont jamais milieu de deux autres points du solide, en ce sens un sommet est extrémal. Par contre, sur un polyèdre, les points d'une arête qui ne sont pas des sommets sont d'ordre 1 mais ne sont pas extrémaux. On met ainsi en évidence les similitudes et différences entre les points de la frontière d'une base d'un cône ou d'un cylindre et les points d'une arête (au sens usuel) d'un polyèdre.



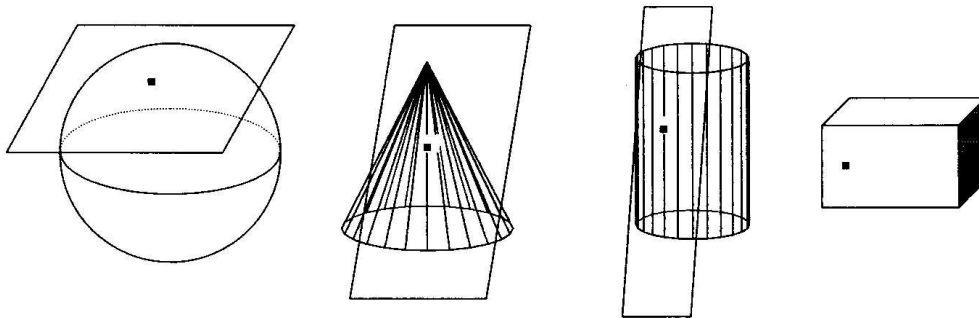
Les points de l'arête (au sens usuel) d'un pavé, qui ne sont pas des sommets (au sens usuel), sont des points d'ordre 1 et ne sont pas des points extrémaux.



Plans tangents d'un point de la frontière de la base d'un cône : le point est d'ordre 1 et c'est un point extrémal.

Fig.9: Exemples de points d'ordre 1

Si $n=2$, il n'existe qu'un seul plan appui à S en M (figure 4). Un tel point est appelé point lisse. Par exemple, chaque point M de la sphère est lisse car il y a un seul plan d'appui en M . De même, en excluant les sommets et points d'ordre 1, les points des génératrices ou d'une base d'un cône ou d'un cylindre, ou des faces (au sens usuel) d'un pavé sont aussi lisses.



En tous ces points, les solides représentés admettent un unique plan d'appui : ce sont des points d'ordre 2.

Fig.10 : Exemples de points d'ordre 2

Arête et face

Usuellement, dans la théorie des convexes, en prenant l'ouvrage de Berger (1978) comme référence, les termes arête et face sont utilisés seulement à propos des **polyèdres**.

Une arête (au sens usuel) est un segment de la frontière dont tous les points sont d'ordre 1 et admettent les mêmes hyperplans d'appui.

Une face (au sens usuel) comprend ses arêtes et tous les points d'ordre 2 qui admettent le même hyperplan d'appui.

Cette brève étude montre que les points frontières des sphères, cônes et cylindres ont en commun avec les points frontières des polyèdres certaines propriétés qui incitent à parler à leur propos de face, arête ou sommet. Cependant, dans la théorie des convexes, en prenant comme référence l'ouvrage de Berger cité, les termes arête et face sont utilisés seulement à propos des polyèdres, avec leur sens usuel. Toutefois, si cet usage mathématique réserve les termes face et arête aux polyèdres, l'activité scolaire de classement de solides peut nécessiter un terme ayant un caractère générique pour désigner les « parties » identifiables de leur frontière. Le mot face est commode car il a une signification intuitive au sens suivant : sur un polyèdre le passage d'une face à l'autre en glissant sur la surface marque une discontinuité perceptive au passage d'une arête. Ce que l'on perçoit intuitivement se traduit mathématiquement par le fait que la normale à la surface change continûment de direction

tant qu'on reste sur une face mais marque une rupture en un changement de face, en un point d'ordre 1 (voire en un sommet). Une rupture analogue marque le passage d'une base du cône ou du cylindre à sa « face arrondie » par les points d'ordre 1 où il y a deux plans d'appui. En ce sens là, il est légitime de parler de face pour le cylindre, le cône, voire la sphère.

Le sens donné aux termes face, arête et sommet relève, nous le voyons ici, de « formes de vie » appropriées à leur usage dans un certain contexte. Pour la tâche scolaire de classement étudiée ici, le mot face peut être utilisé au sens large. C'est le cas dans l'Atelier étudié ici comme par exemple dans l'ouvrage de Fournié C. et Hélayel J. (2001, p. 55-58), destiné aux professeurs d'école et aux étudiants des IUFM. Dans cet ouvrage, une activité intitulée « Classer des solides » mentionne que le cône et la demi-boule admettent deux faces, le cylindre et le cône tronqué trois faces. Les auteurs précisent également que « *le classement par nombre de faces est vite jugé satisfaisant car il permet de classer tous les solides sans ambiguïté* ». Dans d'autres ouvrages (tels que ceux de Charnay et co. (2005), Blanc et co. (2005)), les auteurs parlent de face seulement pour les polyèdres en utilisant le terme « surface cylindrique » pour la face ronde du cylindre, ou bien ne proposent que des activités évitant la difficulté²², sans doute parce que les mathématiques scolaires n'ont pas stabilisé cette signification du mot face, commode à l'école élémentaire pour le classement des solides, mais sans référence dans l'usage savant.

²² Cette adéquation de la situation aux objets de l'enseignement nous paraît constituer un exemple de « l'organisation pour l'action » au sens de Sensevy et Mercier (2000, p.274)

III. ANALYSE A PRIORI DES DIFFÉRENTES TÂCHES

Les analyses a priori des différentes activités de l'Atelier que nous proposons s'appuient sur le modèle de la structuration des milieux proposé par Bloch (2001) à partir des travaux de Margolinas (1994) et présenté dans la première partie de cette thèse (Partie 1, II.1)

III.1. Classer les emballages dans le cadre d'un inventaire

III.1.1. Le milieu matériel M_3

Le milieu matériel M_3 doit permettre aux élèves d'entrer dans la tâche. Il contient ici les éléments relevant de la situation proposée et les éléments spécifiques liés au cadre de l'Atelier : les tables sont disposées en cercle signifiant ainsi aux élèves qu'ils sont en situation d'atelier avec recherche, échanges, communication de procédures et modalités de validation particulières à définir au cours de l'activité. La fiche de travail est la fiche 1 (annexe 1) sur laquelle figurent les douze emballages dessinés déjà évoqués ci-dessus ainsi que la consigne suivante :

« C'est la période des inventaires aux entrepôts des supermarchés G-stock, M. Alexandre, le magasinier, doit ranger les boîtes que voici. Pour faciliter le rangement, il place ensemble, dans les rayons, toutes celles qui se ressemblent. Aide-le.

Pour cela : Trouve comment classer les emballages selon des ressemblances géométriques. Classe-les. ».

D'emblée, il apparaît clairement que le lien entre la situation fictive d'inventaire et la tâche contractuelle de classement « selon des ressemblances géométriques » ne va pas nécessairement de soi. Dans un magasin, si l'activité d'empilement exploite les propriétés géométriques des emballages, ils sont classés aussi selon les produits qu'ils contiennent. Du point de vue du milieu, la situation ne comporte pas de réelle contrainte justifiant un classement seulement selon des critères géométriques. Des difficultés d'interprétation de la consigne sont donc à prévoir et il est possible que l'enseignant doive intervenir afin de replacer l'activité dans le cadre de la géométrie, palliant ainsi aux lacunes de la situation d'action proposée qui ne justifie pas réellement la nécessité de faire appel aux critères visés.

III.1.2. Le milieu objectif M₂

Le milieu objectif doit permettre aux élèves de se poser des questions, de développer des stratégies en agissant sur lui et de les valider ou de les invalider en réponse à ses rétroactions. Les connaissances dont les élèves doivent disposer pour pouvoir interagir avec le milieu sont :

- la signification d'« inventaire », qui relève de connaissances culturelles et sociales devant être partagées par tous pour une entrée dans la tâche,
- la capacité à identifier des propriétés géométriques caractérisant les solides,
- la connaissance d'un vocabulaire élémentaire de la géométrie permettant d'identifier la nature des faces d'un solide, les termes « côté », « face », « arête » dont le sens précis se construit progressivement, de façon collective.

Les moyens d'action des élèves sont inhérents à leur capacité à établir un lien entre la situation d'inventaire et la tâche de tri selon des critères relevant de la géométrie. Ceci suppose un travail d'abstraction et de modélisation leur permettant d'interpréter les emballages dessinés comme représentations de solides-type pour les traiter comme des objets géométriques.

Stratégies

Les difficultés de la tâche liées à l'interprétation du milieu objectif par les élèves relèvent alors de plusieurs facteurs : principalement, la référence au tri (qui focalise les élèves sur les contenus, voire sur les formes pour empiler) et la référence aux formes des emballages pour lesquels des caractéristiques géométriques doivent être oubliées (comme la taille et les proportions des solides). Les stratégies proposées par les élèves peuvent être les suivantes : classement des emballages en fonction de leur contenu, conformément aux pratiques sociales, classement des solides selon leur taille, leur forme, mise en place de critères plus précis : nombre de faces, de sommets, d'arêtes, nature des faces.

Possibilités de rétroactions

Hormis les difficultés à passer de la situation d'inventaire à la tâche géométrique proprement dite, qui seront à gérer par l'enseignant, les élèves de cycle 3 ont donc les moyens d'agir sur le milieu qui leur est proposé. Cependant, quelles sont les rétroactions potentielles ?

Plusieurs procédures de classement géométriques sont possibles et le milieu est insuffisant pour permettre aux élèves de repérer les critères à garder et ceux à mettre de côté : finesse du classement attendu, précision des critères géométriques à prendre en compte, nombre de classes de solides à distinguer. La validation des procédures de classement attendues devra être prise en charge par le maître, éventuellement par rappel et explicitation ou précision du contrat.

III.1.3. Le milieu de référence M_1

Les stratégies développées par action et rétroaction dans le milieu objectif M_2 changent de statut et deviennent des énoncés dans la situation de référence S_1 . Le milieu M_1 est constitué de ces énoncés et des validations théoriques qui s'y rapportent, grâce aux connaissances déjà acquises et à celles qui ont été développées dans l'interaction avec le milieu objectif M_2 .

Ici, le milieu de référence M_1 est constitué des critères de classement choisis. D'après le paragraphe précédent, la validation et le choix du ou des classements à retenir par le groupe classe paraissent inéluctablement à la charge de l'enseignant qui veillera alors à définir et à vérifier avec les élèves le caractère géométrique des critères, puis à hiérarchiser les classements élaborés autour de critères géométriques en fonction de leur degré de précision. L'enseignant gère ici la communication des stratégies élaborées par les élèves, le débat sur l'adéquation des stratégies et sur le choix des critères de classement. Il valide alors le classement attendu, c'est-à-dire le classement des emballages en deux groupes déterminés en fonction de la nature de leurs faces : « faces polygonales » d'une part, « faces non toutes polygonales » d'autre part, comme le laisse présager le tableau figurant sur la fiche 2 (annexe 2) qui sera distribuée aux élèves ultérieurement. En fonction des attentes de l'enseignant et des propositions des élèves, ce classement peut éventuellement être affiné par les élèves et prendre en compte des critères géométriques plus complexes tels que le nombre de faces des solides, le nombre de leurs sommets voire de leurs arêtes. L'enseignant peut justifier la validation en exprimant le souci d'élaborer des procédures de classement géométrique les plus précises possibles et donc la nécessité de différencier les solides de natures différentes.

Notons que cet exercice soulève la question de la distinction entre surfaces développables et surfaces non développables. La notion de face doit alors être précisé autant que possible dans le contexte par l'enseignant pour pouvoir constituer un outil de classement.

Le cas de la sphère, seule surface non développable proposée, peut alors être mis à part et traité comme un cas particulier. De même, les notions d'arête et de sommet devront faire l'objet d'une intervention de l'enseignant lors de la description de sphères et de cylindres.

III. 1. 4. Le milieu d'apprentissage M_0

Lors de la situation d'apprentissage S_0 , les élèves, forts du nouveau rapport établi à l'objet de savoir, mettent en œuvre les connaissances et stratégies établies au cours des situations de référence S_{-2} et d'apprentissage S_{-1} . La situation d'apprentissage est constituée ici par les critères géométriques de classement qui viennent d'être élaborés et validés et qui ont permis le tri effectif des emballages dessinés. Au terme de cette activité, les élèves doivent être capable de classer, selon la nature de leurs faces, voire le nombre de faces, sommets, arêtes les solides de la situation, des pavés, des pyramides tronquées, des cylindres, des prismes droits à base hexagonale de différentes tailles et des sphères.

III.1.5. Synthèse

La tâche des élèves est l'élaboration de critères de classement pour classer des emballages selon des ressemblances géométriques. Elle amène les élèves à établir les règles d'une première étude comparative de solides dans le cadre de la géométrie. Le milieu objectif, comprenant à la fois les connaissances culturelles et géométriques permettant aux élèves d'entrer dans la tâche, les stratégies proposées et les rétroactions du milieu, se construit progressivement avec l'aide de l'enseignant. Mais ici, les seules rétroactions permettant aux élèves de juger de la pertinence des critères retenus sont les interventions de l'enseignant et les réactions de leurs pairs. Ce sont donc les seuls moyens de validation des critères de classement choisis : pourquoi choisir le seul classement « géométrique » plutôt qu'un autre ? Quel est le degré de précision du classement attendu ? L'enseignant doit donc aménager les rapports des élèves au milieu pour leur permettre d'interpréter de façon pertinente ce milieu et de saisir ses attentes.

Toutefois, grâce à ces aménagements du milieu, les élèves doivent finalement privilégier la « ressemblance géométrique » au détriment de l'objectif d'inventaire et parviennent à mettre en place des critères géométriques les amenant à distinguer deux classes

de solides (semblables à celles figurant fiche 3, annexe 3) : les formes dont « toutes les faces sont des polygones » et les formes qui ont « des faces qui ne sont pas des polygones ».

L'adidacticité du milieu de référence, constitué des connaissances construites par les élèves par adaptation aux rétroactions du milieu, est donc faible : le milieu est trop pauvre pour permettre une validation interne des critères de classement retenus. Si un premier milieu d'apprentissage, constitué des deux classes de solides, émerge donc, la situation de référence, constituée par les interprétations des rétroactions du milieu en réponse aux stratégies élaborées, ne peut véritablement se mettre en place. Les modalités de ces rétroactions ne permettent en effet pas aux élèves de modifier de façon appropriée leurs stratégies et les élèves ne peuvent tirer aucune connaissance du traitement de ces rétroactions. Pourront-ils alors mettre en œuvre la grille élaborée lors du classement effectif de solides ?

D'un point de vue plus large, si l'on considère la phase précédente de détermination des critères de classement comme partie de la situation plus globale qui consiste à classer les emballages « selon des ressemblances géométriques », les critères de classement géométriques et les classes de solides élaborés constituent une partie du milieu objectif de la situation globale. En effet, ils sont le fruit des stratégies de classement des élèves. Ce n'est qu'en classant ensuite effectivement les emballages que les élèves pourront recevoir puis interpréter les rétroactions du milieu relatives aux critères choisis. Si l'on considère l'activité de classement d'emballages de façon globale, nous considérons que les élèves agissent de leur propre mouvement dans la situation, en adaptant leurs perspectives d'action sur les objets aux rétroactions issues de la situation d'abord, les critères de classement élaborés doivent permettre de classer effectivement les emballages dessinés, mais aussi aux rétroactions.

III.2. Mise en relation de solides de même nature représentés dans des registres de représentation différents

III.2.1. Le milieu matériel M₃

Dans un second temps, l'enseignant prévoit de proposer aux élèves de mettre en relation, différentes représentations de solides de même nature géométrique, à travers une grille à remplir qu'il distribue.

Le milieu matériel est alors composé de divers éléments :

- la fiche 1 (annexe 1), distribuée en début de séance, présentant les emballages ménagers dessinés en perspective cavalière et repérés par des lettres majuscules ;

- la fiche 2 (annexe 2) sur laquelle sont dessinés conventionnellement en perspective cavalière neuf solides différents repérés par des lettres minuscules. Les arêtes non visibles des solides sont matérialisées par des lignes pointillées ;

- le tableau n°1 (annexe 2) à double entrée, figurant sur cette même fiche 2, proposant d'associer aux solides (désignés par les lettres de a à i) le nombre et la nature de leurs faces. Les faces des solides sont d'emblée réunies en deux groupes : les faces polygonales et les faces non polygonales.

- six solides en carton, repérés par des numéros et disposés sur une table placée au centre de la classe ;

- la fiche 3 (annexe 3) sur laquelle figure le tableau n°2, à trois colonnes : « solides dessinés », « solides emballages » et « solides exposés ». La colonne « solides dessinés » est déjà remplie ; elle comporte neuf lignes recensant les solides de la fiche 2, repérés par les lettres minuscules de a à i.

Sur la fiche 3, le tableau est précédé de la consigne suivante :

« Associe les solides qui peuvent avoir des ressemblances :
les solides (emballages), repérés par des lettres majuscules
les solides exposés dans la classe, repérés par des numéros
les solides dessinés, repérés par des lettres minuscules.
Il peut y avoir plusieurs numéros, ou plusieurs lettres par colonne. »

III.2.2. Le milieu objectif M₂

Pour pouvoir agir dans la situation qui leur est proposée, les élèves doivent repérer des critères de ressemblance leur permettant d'associer les solides représentés de façon différente.

Ils disposent de la classification élaborée à l'issue de la première phase, celle-ci constitue un outil permettant d'établir l'appartenance d'un solide à une famille de solides (pavé, cylindre...) et de justifier la ressemblance entre deux solides, à partir du nombre et de la nature de leurs faces.

Le milieu objectif est donc constitué des critères de classement choisis précédemment, de la capacité des élèves à identifier les faces d'un solide, la nature de figures planes et à utiliser le vocabulaire élémentaire de la géométrie. Les élèves seront ainsi amenés à identifier les faces de chaque solide présenté, déterminer leur nombre, leur nature. En associant les solides présentant le même nombre de faces de même nature (sans tenir compte de leur taille),

ils pourront ainsi distinguer des familles de solides et mettre en relation des représentations différentes de solides de même nature.

Le milieu proposé n'offre que peu de rétroaction. Le tableau offrant la possibilité de mettre plusieurs numéros ou lettres par colonne et les élèves ne disposant pas d'autre procédure de résolution que celle ayant recours aux critères de classement, ceux-ci n'ont donc pas de moyen de valider leurs productions de façon interne. La validation ne pourra ainsi résulter que de la confrontation des réponses, qui donnera lieu à un débat dans lequel chacun tentera de justifier son classement.

III.2.3. Le milieu de référence M_1

Ayant associé les différents solides dans le tableau qui leur était proposé, les élèves communiquent à présent sur l'adéquation des stratégies qu'ils ont élaborées. Le milieu de référence M_1 est constitué des tableaux remplis par les élèves, associant différentes représentations de mêmes solides et des éléments *théoriques* leur permettant de valider et d'interpréter les ressemblances entre solides.

L'utilisation des critères de classement déjà établis permet la formulation des stratégies et la justification des réponses des élèves en donnant lieu à des formulations du type : « J'ai associé les solides a, K et 3 car ils ont tous le même nombre de faces, le même nombre de sommets et ont tous des faces rectangulaires ».

L'interprétation des associations établies entre solides passe quant à elle par l'identification de famille de solides : « les pavés », « les cubes », « les cylindres » et induit donc un effort d'abstraction. Les solides présentés constituent maintenant différentes représentations de solides – type et admettent des propriétés communes.

III.2.4. Le milieu d'apprentissage M_0

Le milieu d'apprentissage est ici constitué des familles de solides (cube, pavé, cylindre, sphère...) mises en évidence par la mise en relation des différents solides présentés. Les critères relevés sur ces solides pour les classer deviennent ici les propriétés caractéristiques des classes de solides : par exemple, un solide est un cube s'il est formé de six faces carrées, un solide est un prisme droit à base hexagonale s'il est composé de six faces rectangulaires et de deux hexagones superposables.

III.3. Description de solides dessinés en perspective cavalière par le biais d'un tableau

III.3.1. Le milieu matériel

Le milieu matériel proposé aux élèves au cours de cette activité est constitué de la fiche 2 (annexe 2), sur laquelle figurent les neuf solides repérés par des lettres minuscules et recensés dans la description du déroulement prévu de la première séance et un tableau dont nous rappelons l'intitulé des lignes et colonnes :

		Il y a des faces qui sont des polygones				Il y a des faces qui ne sont pas des polygones	
Nbre de faces		Carrés	Rectangles	Triangles	Autres polygones	Disques	Autres
a							
b							

Fig. 11 : Tableau de la fiche 2

Rappelons que cette fiche avait été distribuée aux élèves lors de la première séance de l'Atelier. Ceux-ci avaient alors mis en relation différentes représentations de solides, dont les représentations figurant sur cette fiche, mais n'avaient pas considéré le tableau.

III.3.2. Le milieu objectif

Possibilités d'action sur le milieu

Pour mener à bien la tâche de description des solides, les élèves doivent d'abord avoir saisi le sens du mot « face » en géométrie spatiale et être capables d'identifier les faces des solides représentés. Le mot « face » est ordinairement perçu comme désignant une des figures planes constitutives d'un solide. Notons que cette définition n'est valable que pour les solides dits développables, c'est-à-dire dont le patron constituait une figure plane. Si l'on applique rigoureusement cette définition, le cône ne devrait contenir qu'une unique face et la sphère aucune. Percevant les limites de leur conception, les élèves éprouveront sans doute des difficultés à identifier et dénombrer les faces de ces solides. L'enseignant devra sans doute soit confirmer sa définition et préciser ainsi les limites des objets désignés par le mot face, soit étendre l'utilisation du mot « face » et élargir ainsi sa définition.

En complétant ce tableau, les élèves sont amenés à décrire les faces d'un pavé, d'un prisme droit à base hexagonale, d'un cylindre, d'un cube, d'un prisme droit à base triangulaire, d'un cône, d'une pyramide régulière à base carrée, d'une sphère et d'un prisme droit à base pentagonale. Tous ces solides sont dessinés en perspective cavalière. Les arêtes non visibles sont tracées en pointillés, laissant ainsi voir les faces qui seraient cachées de part le point de vue choisi. Les élèves doivent d'abord dénombrer les faces de ces solides. La notion de face de solide, qui vient d'être définie et institutionnalisée, est directement employée dans une situation de description concrète. Les élèves sont ensuite amenés à identifier de façon perceptive la nature des figures planes considérées. La présentation de la description sous forme de tableau guide bien sûr l'élève dans son travail puisqu'il n'a le choix qu'entre six familles de figures planes : le carré, le rectangle, le triangle et les autres polygones d'une part, rassemblés sous le titre « il y a des faces qui sont des polygones », et le disque et les autres faces, désignées comme « les faces qui ne sont pas des polygones ». Pour interagir avec le milieu, les élèves doivent non seulement connaître le vocabulaire de la géométrie plane convoqué ici mais être capables de reconnaître l'appartenance d'une figure plane à l'une de ces familles. Ils doivent donc s'être construit les concepts de carré, rectangle, triangle et polygone et avoir en tête les propriétés caractéristiques de ces figures planes afin d'avoir à leur disposition des critères permettant d'établir rapidement la nature d'une figure plane donnée. Les propriétés considérées (perpendicularité, parallélisme des côtés, égalités de longueur) ne seront vérifiées que de façon intuitive, à partir de représentation des solides en perspective cavalière. Les élèves devront donc être également capables de lire ce mode de représentation plane d'objets tridimensionnels, largement codifié. Si ce mode de représentation est socialement et culturellement répandu et s'il est probable que tous les élèves ont déjà rencontré à plusieurs reprises ce type de représentation dans un cadre scolaire ou extrascolaire, certains élèves peuvent toutefois éprouver des difficultés à distinguer et identifier les faces cachées, tracées en pointillées sur les schémas proposés.

Possibilités de rétroaction

Comme pour l'activité précédente, l'élève n'a pas de réel moyen de valider de façon interne sa production et devra soumettre sa réponse à l'ensemble de la classe pour en vérifier l'exactitude.

III.3.3. Le milieu de référence

Le milieu de référence considéré ici est constitué par la description du nombre et de la nature des faces de solides-type sur lesquels les élèves travaillent à partir d'une représentation plane en perspective cavalière.

III.3.4. Le milieu d'apprentissage

Les élèves se sont livrés, lors de la première activité, à un exercice de classement de solides qui leur a permis à identifier des classe de solides présentant les mêmes critères, tels que les cubes, les pavés, les prismes droits à base triangulaire, les prismes droits à base pentagonale ou les prismes droits à base hexagonale... Ils ont ainsi reconnus des familles de solides présentant des propriétés géométriques identiques et mis en relation différentes représentations de ces solides. Une fois élaborée, la grille décrivant le nombre et la nature des faces des solides représentés en perspective cavalière les élèves disposent donc également des caractéristiques des faces de neuf familles de solides. Il apparaît ainsi que :

- les pavés possèdent six faces rectangulaires,
- les prismes droits à base triangulaires présentent cinq faces dont deux sont triangulaires et trois rectangulaires,
- les prismes droits à base hexagonale, huit faces dont six rectangulaires et deux hexagonales,
- le cylindre, 3 faces dont deux disques et un rectangle,
- le cube, six faces carrées,
- le cône, deux faces dont un disque et une « autre face non polygonale »,
- le prisme droit à base pentagonale, sept faces dont deux pentagones et cinq rectangles,
- la pyramide régulière à base carrée, cinq faces dont un carré et quatre triangles,
- la sphère, aucune face.

Ces solides ne sont bien sûr pas tous désignés par les élèves par leur nom. Seuls le cube, le pavé, le cylindre et la sphère ont fait l'objet d'une appellation particulière, les autres solides sont désignés par les lettres minuscules qui leur sont assignés.

IV. MESURE DES ÉCARTS ENTRE ANALYSE A PRIORI ET DÉROULEMENT

EFFECTIF DE L'ATELIER DE GÉOMÉTRIE

L'objectif de ce paragraphe est de rendre compte du déroulement effectif de l'Atelier afin de comparer celui-ci au déroulement prévu du dispositif, tel que nous l'avons présenté dans le paragraphe précédent (Partie 2, II). L'enjeu est donc double : permettre au lecteur une vision claire du déroulement de l'Atelier tel qu'il a été observé en classe et cibler les écarts entre l'analyse a priori du dispositif, les connaissances reconnues a priori comme nécessaires aux élèves pour mener à bien les tâches qui leur sont confiées et les connaissances qui leur sont effectivement disponibles. Nous verrons ainsi non seulement la façon dont la situation leur permet d'adapter leurs connaissances ou d'en construire de nouvelles mais aussi dans quelle mesure l'enseignant a modifié le dispositif prévu en prenant en compte les difficultés rencontrées par les élèves lors de l'exploration des différentes activités proposées par l'Atelier, qu'elles aient ou non été anticipées dans l'analyse a priori du dispositif.

Pour donner au lecteur une vision globale de l'Atelier et clarifier le fonctionnement du dispositif et la place de nos analyses, nous mettons en relation, dans le tableau suivant, les activités prévues dans le paragraphe précédent (Partie 2, II) avec les séances du déroulement effectif tel que nous l'avons observé :

Séance	Activités des élèves
1	<ul style="list-style-type: none"> - Classer des dessins d'emballages selon des ressemblances géométriques dans le cadre d'un inventaire (fiche 1, annexe 1). - Associer ces dessins avec les solides dessinés en perspective de la fiche 2 (annexe 2) et des maquettes (tableau de la fiche 3, annexe 3).
2	Jeux de langage sur les significations des termes côté, face, arête, sommet.
3	<ul style="list-style-type: none"> - Reprise et exploitation du débat de la séance 2 pour l'élaboration de significations spécifiques et partagées des termes côté, face, arête, sommet. - Compléter un texte à trous destiné à l'évaluation individuelle des connaissances sur le vocabulaire (fiche 4, annexe 4). - Déterminer le nombre et la nature des faces des solides dessinés en perspective sur la fiche 2 par le biais du tableau de la même fiche (annexe 2).
4 et 5	Préparer les échanges destinés aux autres classes.
6	Échanges avec les autres classes (Grande Section, CP et CE, en parallèle).

Fig.12 : Recensement des tâches par séance lors du déroulement effectif de l'Atelier

Les activités décrites précédemment sont réalisées aux séances 1, 3, 4, 5 et 6. Le tableau ci-dessus montre que la séance 2 est consacrée à élucider les difficultés rencontrées

par les élèves lors de la séance 1 à propos des notions de face, côté, arête et sommet²³, car l'ampleur de ces difficultés a dépassé ce que l'enseignant avait prévu. En cohérence avec la forme de travail de l'Atelier, il a pris le temps de permettre aux élèves d'explicitier les significations qu'ils accordaient aux termes convoqués dans le vocabulaire de la géométrie des solides afin d'élaborer collectivement une signification partagée de ces termes s'étant révélés comme problématiques. Cet apprentissage fait aussi l'objet, à la séance 3, d'un travail collectif et d'une évaluation individuelle (fiche 4, annexe 4) non prévue dans le dispositif, limité au départ aux fiches 1, 2 et 3.

Nous proposons maintenant de décrire le déroulement effectif de l'Atelier par séance puis par activité, en relevant les écarts constatés entre les activités prévues et le travail des élèves observé. Cette première analyse s'appuie sur les transcriptions des séances, figurant en annexe (annexes 5 à 7). Afin de clarifier notre exposé, nous faisons apparaître dans ce paragraphe une première segmentation des séances en *activités*, *phases* et *épisodes*, identifiées à la lecture de la transcription. Cette première segmentation n'a pas d'enjeu méthodologique à ce moment de notre travail mais vise à structurer notre propos. Nous reprendrons et affinerons cette segmentation en explicitant une méthodologie détaillée lors de l'analyse des gestes de l'enseignant (Partie 4, I). Toutefois, afin de clarifier notre propos, nous établissons d'ores et déjà les caractérisations suivantes :

Les activités sont reconnues comme des unités consacrées à un contenu identifiable, au sein d'une même discipline, elles sont facilement reconnaissables et correspondent, à quelques modifications près, aux activités décrites dans le déroulement prévu du dispositif.

Les phases constituent les unités d'ordre immédiatement inférieur aux activités. Chaque phase est caractérisée par un type d'organisation du travail et un degré plus ou moins grand d'autonomie laissé aux élèves. Les phases sont donc également facilement identifiables. Nous le verrons, de nombreuses activités de l'Atelier sont organisées par le maître sans modification de la forme de travail (il s'agit souvent d'un travail collectif, en classe entière). Nous ne ferons pas apparaître de phases dans de telles activités.

Enfin, les épisodes apparaissent pour nous comme des étapes dans l'action des élèves et de l'enseignant, soit parce qu'ils constituent une unité au regard de l'objet de travail traité, soit parce qu'ils marquent une étape déterminante dans l'avancée des élèves.

Si la segmentation présentée ici n'est qu'une ébauche, elle est toutefois homogène avec les segmentations ultérieures qui nous serviront de base de travail. Les numéros figurant

²³ L'étude de la séance 2 a fait l'objet d'un mémoire de DEA et d'un article (Mathé, (2000)).

entre parenthèses après l'intitulé des épisodes identifiés correspondent aux numéros des interventions des transcriptions (annexes 5 à 7).

IV. 1. Séance 1 (1 à 161) : classement d'emballages dans le cadre d'un inventaire et mise en relation de solides représentés dans des registres de représentation différents

L'enseignant ouvre la séance en particulierisant le cadre du travail : il s'agit d'un dispositif s'articulant sur « six à sept séances », sur la géométrie. En réponse à une remarque d'un élève, l'enseignant souligne que les tables ont été déplacées et se trouvent maintenant dans une configuration particulière.

Découverte de la consigne et compréhension du contexte d'inventaire (1-38)

L'enseignant présente dans un premier temps aux élèves la situation d'inventaire et la consigne : il s'agit d'aider un magasinier qui, dans le cadre d'un inventaire, doit classer les emballages dessinés sur la fiche selon des « ressemblances géométriques » :

C'est la période des inventaires aux entrepôts des supermarchés G-stock.

M. Alexandre, le magasinier, doit ranger toutes les boîtes que voici. Pour faciliter le rangement, il place, dans un même rayon, toutes celles qui se ressemblent. Aide le. Pour cela :
Trouve comment classer les emballages selon des ressemblances géométriques. Classe-les.

Les emballages des produits dessinés constituent le premier contact des élèves avec les solides, objets de savoir au centre de la situation. L'enjeu est ici pour les élèves de se constituer une compréhension appropriée de la tâche attendue par le maître. Celui-ci construit progressivement les conditions de dévolution de la tâche, en amenant les élèves à mettre en commun les outils nécessaires à leur entrée dans le problème, c'est-à-dire le sens qu'ils confèrent au terme « inventaire » et les connaissances culturelles qui y sont traditionnellement attachées:

6. P.²⁴ : (...) Est-ce qu'il y a besoin d'informations complémentaires ? Est-ce qu'il y a certains mots que vous ne comprenez pas ?

Un élève prend alors la parole pour expliquer son expérience de l'inventaire : sa mère travaille dans une grande surface et effectue des inventaires.

²⁴ « P. » désigne le professeur.

L'explicitation de l'enjeu d'un inventaire amène rapidement les élèves à formuler des verbes d'action, envisageant ainsi des actions possibles sur les objets présentés dans ce cadre spécifique :

- 18. E.²⁵ : Ils doivent les **ranger** dans l'ordre... enfin.. par exemple
- 25. P. : J'ai entendu **classer, ranger**...
- 26. E. : **Trier**.

La question du sens de l'inventaire est ensuite approfondie par l'enseignant, sans doute pour assurer la dévolution :

- 31. P. : Ça serait pour vérifier quoi ?
- 35. P. : L'inventaire, ça sert à comparer ce qui a été commandé et ce qui reste en magasin.

L'enseignant, en amenant les élèves à expliciter leurs connaissances culturelles et sociales concernant l'inventaire, a permis au milieu matériel de se construire. Celui-ci est constitué par la consigne, les solides dessinés et les compréhensions variées de la situation qu'ont les élèves. Pour l'enseignant, les élèves semblent donc en mesure d'entrer dans la tâche attendue.

Compréhension de la tâche : que faire dans ce contexte d'inventaire ? (39-129)

L'enseignant marque un retour à la tâche en revenant à la consigne :

- 39. P. : Voilà. Donc ici, il y a un inventaire qui est fait. Tu nous relis la consigne, par exemple, Magali.

Magali lit alors spontanément la fin de la consigne :

- 40. E. : Trouve comment classer les emballages selon les ressemblances géométriques.

L'enseignant incite ensuite les élèves à considérer les emballages dessinés sur la fiche, introduisant ainsi les objets de la situation dans le milieu des élèves. Spontanément, les élèves décrivent les produits puis proposent de premières stratégies d'action, c'est-à-dire de classement. Cependant, l'ambiguïté de la consigne élaborée par l'enseignant, renforcée par la discussion précédente sur la nature et le sens d'un inventaire, s'avère immédiatement constituer un obstacle important à l'entrée des élèves dans la tâche mathématique : le rangement auquel procéderait un marchand dans le cadre d'un inventaire réel n'est pas soumis seulement à des contraintes justifiant le classement « *selon des ressemblances géométriques* ». Quelques élèves privilégient donc le contexte d'inventaire au cadre de la géométrie et

²⁵ « E. » désigne un élève non identifié. Lorsqu'ils sont identifiés, les élèves sont désignés par leurs noms. Lorsque plusieurs élèves parlent d'une même voix, nous inscrivons « Ensemble ».

proposent un classement des produits ménagers selon leurs contenus, conformément aux usages en magasin :

44. E. : Moi, je mettrais tout ce qui est alimentation d'un côté et tout ce qui est chimique de l'autre, parce que si... (Quelques élèves lèvent la main.)

Cette difficulté était prévisible, elle a été mentionnée lors de l'analyse a priori (Partie 2, III.1.1). Ce classement est bien sûr fortement lié à la situation d'inventaire proposée par l'enseignant dont l'enjeu est motivé par le souci d'aider le magasinier. La situation, alors qu'elle devait donner du sens à la tâche de classement, met l'enseignant dans l'obligation d'intervenir pour préciser ses attentes et ajuster les contraintes de l'activité. Celui-ci se voit ici confronté à une double interprétation de la consigne et incite la classe à « réagir par rapport à ça » (45). Les deux « manières de voir » les objets de la situation s'opposent dans un débat collectif orchestré par l'enseignant puis une stratégie de classement adéquate aux attentes centrée sur la « forme » est proposée par un élève, dans un langage intermédiaire compréhensible aux élèves, et reprise par l'enseignant :

59. E. : Ah, alors moi, je mettrais toutes les formes rondes d'un côté, toutes les formes carrées de l'autre.

L'enseignant incite les élèves à commenter cette proposition :

60. P. : Y'en a qui ne sont pas d'accord avec ce que vient de dire Alexis ?

Les élèves, qui ressentent la nécessité²⁶ de privilégier cette « façon de voir » les emballages privilégiant la forme au contenu, oriente la réflexion collective dans cette voie. L'élève adepte du classement par contenu, plus particulièrement, se résout par exemple à accepter un classement prenant en compte des critères géométriques : dans la recherche d'un consensus, il trouve dans l'inventaire une justification au choix de tels critères :

69. E. : Ce qu'il faudrait, ce serait les classer d'abord par forme géométrique, comme ça on peut les empiler, et puis après par produit : alimentation, vaisselle,...

70. P. : D'accord, pour toi, par forme géométrique c'est pour les empiler...

Nous étudierons de façon plus détaillée dans la quatrième partie de cette thèse (Partie 4, I et II) les gestes favorisant les échanges et la construction d'un consensus sur la tâche géométrique. Nous voyons d'ores et déjà que l'enseignant ajuste ici les rapports des élèves au milieu pour que ceux-ci puissent l'interpréter correctement, palliant ainsi les risques de malentendus générés par leur interprétation du milieu privilégiant des contraintes liées aux contenus plutôt qu'aux formes. La consigne permet cette double interprétation qui est un cas de « dédoublement du milieu » au sens de Comiti, Grenier et Margolinas (1995).

²⁶ Nous verrons pourquoi lors de l'analyse des gestes de l'enseignant, Partie 4,II.

Après un aparté d'élèves sur le sens du mot « plusieurs », l'enseignant impose aux élèves de préciser les critères de classement à envisager. La situation n'apportant aux élèves aucune contrainte quant à la précision du classement attendu, pour ne pas céder au souhait des élèves de commencer le classement avec les informations disponibles, l'enseignant se positionne comme maître du jeu et relance le travail collectif des élèves. L'expression « forme géométrique » est finalement instituée (au sens de Sensevy et Mercier (2000)²⁷) localement comme une formulation intermédiaire qui va faciliter un rapport approprié des élèves au milieu :

81. P. : Ce que je veux, ce sont les critères de classement, c'est-à-dire qu'est-ce qui va nous permettre de classer.

82. E. : Ah ben, les formes.

83. P. : Oui.

En insistant sur ce qui va réellement « permettre de classer », l'enseignant incite les élèves à affiner le classement naïf par « forme » et à préciser les critères de classement envisagés. Sans doute parce qu'ils éprouvent des difficultés à construire la dénomination des classes de solides, les élèves anticipent d'abord spontanément le classement effectif des emballages en traitant quelques exemples :

84. E. : Par exemple il y a les formes rondes, « Le moine » [le cylindre plat de la boîte de camembert] par exemple, et puis la sauce tomate.

Les élèves appréhendent alors plus finement les propriétés géométriques des objets en jeu. Ils perçoivent l'insuffisance du langage courant et la nécessité de recourir à un vocabulaire spécifique de géométrie.

94. E : On pourrait mettre les ronds et les ovales dans un même groupe... en fait tous ceux qui n'ont pas de sommet, de face, non de côté.

Les « formes rondes » sont ensuite caractérisées comme les « *formes qui n'ont pas de sommet et pas de côté plat* ». L'enseignant trace deux colonnes au tableau et inscrit cette caractéristique dans la colonne de gauche, montrant qu'il attend deux classes conformément à la proposition (59). Cette proposition de critère de classement sera validée par sa capacité à « permettre de classer » :

108. P. : On va voir si la dernière information [sans côté plat] est valable pour nous.

Notons que les élèves emploient ici le terme « côté » en lui assignant une signification non-conforme à la signification usuelle et idoine du terme dans le cadre de la géométrie :

²⁷ Pour plus de précision sur ce terme, se référer à la présentation du cadre théorique de cette thèse, Partie 1, II.4.

104. E : Mais c'est pas possible de ne pas avoir de côté plat !
105. E : Ben si, le rond il n'a pas de côté plat [la balle].
106. E : Ben si, « Le moine » tu peux bien le poser, il a un côté plat.
107. E : Oui, mais en regardant par dessus.

L'enseignant, qui vise avant tout l'élaboration de stratégies de classement par les élèves, ne provoque pas de clarification des significations dans les jeux de langage qui se construisent et poursuit l'exploration de l'activité en demandant aux élèves de préciser la dénomination de la seconde classe de solides, pour l'instant intitulée « formes carrées ». Pour ce faire, un travail sur la dénomination des formes des faces est entrepris. Sous la conduite de l'enseignant, les élèves regroupent « les carrés, les rectangles, les trapèzes » sous le terme de « formes polygonales » que l'enseignant inscrit dans la colonne de droite :

112. P. : Donc, tu as parlé de polygones, oui...les formes poly...
113. E. : polygonales.
114. P. : Les formes polygonales, oui. (Il l'écrit dans la 2^{ème} colonne.)

Une grille de classement est donc maintenant établie, elle distingue deux familles de solides : « *les formes rondes, formes qui n'ont pas de sommet et pas de côté plat* » et les « *formes polygonales* ».

Un élève revient cependant sur la caractérisation de la première classe de solides. Anticipant le classement effectif des emballages, il constate que la mention « *pas de côté plat* » implique que cette catégorie ne peut contenir que les boules, de sorte que le cylindre et le cône ne rentrent dans aucune colonne. La tentative d'utilisation de ce critère par les élèves leur montre qu'il ne peut pas être validé car ils pensent, par contrat implicite, que le classement attendu doit nécessairement se traduire par le tableau à deux colonnes inscrit par le maître et que chacune des classes de ces colonnes doit contenir plusieurs types de solides. Les élèves lui font alors rayer cette mention. La première classe de solides retenue et inscrite au tableau devient alors : « *formes rondes (toutes les formes qui n'ont pas de sommet)* ».

En instaurant des modalités de gestion particulière²⁸, l'enseignant parvient à mettre en place un travail collectif en classe entière puis à amener les élèves à privilégier le contexte de la géométrie à la situation d'inventaire. Les élèves, accompagnés par l'enseignant, parviennent alors à élaborer une grille de classement conforme aux attentes de celui-ci : le milieu objectif identifié dans l'analyse a priori de la situation (Partie 2, II.1.2) est maintenant constitué. Toutefois, le maître, se plaçant en gestionnaire des débats, n'a pas validé

²⁸ Nous analyserons ces modalités dans la Partie 4, II.

directement les procédures de classement proposées, cette validation est tributaire de la capacité des critères retenus à classer de façon effective les emballages de la situation.

Classement effectif des emballages dessinés (129-161)

L'enseignant demande aux élèves de lui dicter les lettres désignant les solides à classer. L'enjeu de cette phase de travail consiste ici en la mise à l'essai des critères choisis pour le classement. Les élèves interviennent librement pour placer les solides dans l'une ou l'autre des familles retenues, l'enseignant inscrit le classement effectif au tableau.

Une élève intervient pour exprimer sa réticence à réunir dans une même classe formes cylindriques et formes sphériques :

143. E. : Non, moi L [la balle de tennis] je le mettrais. Enfin, je le mettrais pas parce qu'il a pas de côté plat alors faudrait plutôt le mettre dans une autre...

144. E. : Mais on l'a barré ! [la mention sans côté plat]

145. E. : Oui mais L y'a pas de côté plat et y'a pas de sommet, alors faudrait mieux le mettre dans une autre colonne.

Se pose aussi la question de l'existence de sommet sur le cylindre :

146. E. : Mais « Le moine » non plus il a pas de sommet.

147. E. : Si, « Le moine » il en a, c'est comme une boîte de camembert.

148. E. : Non, « Le moine » il en a pas !

149. E. : Si...

Une compréhension partagée du mot sommet, figurant dans la caractérisation de la première classe de solides retenue (« formes rondes sans sommet ») se révèle donc nécessaire à la mise en œuvre du classement élaboré. Plus généralement, les élèves expriment des divergences quant aux références assignées aux termes du vocabulaire de géométrie qui apparaît au cours de la discussion. Toutefois, l'enseignant ne cherche pas à définir clairement le vocabulaire dans le cadre de la géométrie, même si la signification de termes comme sommet, face, côté se révèle ambiguë. Les propriétés des objets en jeu deviennent donc dépendantes des références accordées par les élèves aux termes « côté », « sommet » devenus problématiques. Il met cependant clairement en évidence le point de désaccord divisant les élèves, générant ainsi une forme de rétroaction de l'environnement en réponse à leurs propositions. Il pourrait trancher par monstration, en explicitant une définition intuitive du sommet (« bout pointu » par exemple), mais il laisse pour l'instant la question en suspens et la met en mémoire en inscrivant le lexique problématique dans un coin du tableau, générant ainsi une forme de rétroaction de l'environnement en réponse aux propositions des élèves :

150. P. : Alors, je sens une divergence de points de vue sur « sommet », « arête » et « côté plat ». Vous n'êtes pas tous d'accord sur ce que veulent dire « arête », « sommet » et « côté

plat ». Alors, on va se le mettre dans un coin. (P écrit dans un coin du tableau Sommet, Côté plat, Arête).

Gestionnaire du temps, l'enseignant relance ensuite immédiatement l'activité en terminant collectivement la classification des emballages et en demandant aux élèves de la recopier et de compléter le classement sur leur fiche. Accomplissant la tâche élémentaire qui leur est demandée, les élèves recopient sur leur fiche le classement des solides désignés par les lettres, établi de façon collective et inscrit au tableau par l'enseignant.

Rapidement, un élève intervient pour une nouvelle fois remettre en cause la grille de classement établie, et plus particulièrement la dénomination des classes de solides prévues. L'élève, gêné par le lexique « formes polygonales », soulève la question de la définition de « polygone ». L'enseignant cible cet obstacle à la compréhension et renvoie le problème à la classe :

151. E. : Ça va pas, monsieur, formes polygonales ... puisque « polygonale » c'est différentes formes ... enfin, des formes qui ont plusieurs...

152. P. : Qu'est ce que ça veut dire « polygonale » ?

Le polygone est alors défini par les élèves comme une forme à plusieurs côtés (222. C'est tous ceux qui ont des côtés), ou encore comme un objet comportant « *des formes plates* » (156). L'enseignant se contente alors de faire rectifier l'adjectif « plat » en « plan », appartenant au lexique propre à la géométrie. Le problème du sens de « polygone » est pointé mais reste en suspens :

161. P : Vous ne savez plus ce que c'est qu'un polygone, alors ...

Puis l'enseignant change d'activité, passant alors à la seconde tâche de la séance, relative à la mise en relation de différents registres de représentation de solides.

Pour les élèves comme pour l'enseignant, ces échanges mettent donc en lumière l'aspect problématique des termes « sommet », « arête » et « côté plat », dont le concept est en construction. La nécessaire mise en relation entre les possibilités de réalisation effective du classement et la signification de ces termes peut être considérée comme un travail d'une théorie des solides (à ce niveau). En ce sens comme le dit Tarski (cité par Durand-Guerrier, 2005) « La théorie elle-même est objet d'étude et de construction ». Mais nous n'approfondirons pas cette perspective d'analyse ici. Notons simplement que ce point n'est pas pris en compte par les instructions officielles qui ne prévoient pas un travail de la théorie.

La difficulté des élèves à utiliser de façon adéquate dans le cadre de la géométrie les termes « face », « côté », « arête », « sommet », « polygone » n'avait pas été prévue par

l'enseignant, comme en témoigne le déroulement prévu de l'Atelier (Partie 2, I.2.). Elle avait cependant été évoquée dans l'analyse a priori du dispositif (Partie 2, III.1.3), qui soulignait le caractère problématique de l'emploi des concepts de face, arête, et donc sommet aux emballages de la situation. Conformément à ce que prévoyait l'analyse a priori donc, certains élèves perçoivent une différence structurelle entre les cônes et cylindres, solides développables à faces non toutes planes, et la boule, solide non développable, différence analysée dans l'analyse du savoir en jeu (Partie 2, II.2.) Implicitement contraints par l'enseignant à ne former que deux classes de solides lors de l'élaboration des critères de classement, ils se montrent toutefois réticents à réunir ces solides dans une même classe. Outre la nécessité de travailler sur le caractère spécifique du vocabulaire dans le contexte de la classe de géométrie, nous voyons ici que le sens usuel donné aux termes de face, sommet, arête à propos des polyèdres devient problématique lorsque l'on souhaite l'étendre aux solides qui ne sont plus des polyèdres, tels que le cône, le cylindre ou la sphère. Les concepts en jeu dépassent les objectifs de ce niveau puisque les compétences relatives à la géométrie des solides exigées par l'institution en fin de cycle 3 ne visent que les parallélépipèdes, même si elles stipulent que les compétences exigibles en fin de cycle 3 peuvent se construire dans des activités faisant intervenir d'autres solides (Partie 2, I.1.). Toutefois, en proposant aux élèves une situation ouverte, l'enseignant a mis en place une situation leur permettant d'explicitier et de confronter leurs conceptions, les amenant alors à soulever de nombreuses questions qui lui étaient parfois difficiles de prévoir lors de la préparation des séances. Comme c'est le cas ici, ces questions nécessitent souvent un travail spécifique, parfois en marge des attentes institutionnelles. Sans faire appel à une définition rigoureuse de la notion de sommet, les élèves ne peuvent répondre à la question soulevée concernant le cylindre. L'enseignant prend en compte ces difficultés et ressent la nécessité d'adapter le déroulement prévu de l'Atelier aux questions émergeant de l'exploration de cette première activité. Il envisage donc explicitement d'intégrer au déroulement prévu un travail sur le vocabulaire de la géométrie en question visant à dépasser le caractère problématique des termes ambigus. Ce travail est toutefois remis à plus tard, il fera l'objet d'un travail spécifique lors de la deuxième séance de l'Atelier.

IV.2. Séance 1 : Mise en relation de solides représentés dans des registres de représentation différents

L'enseignant dispose sur une table placée au centre du cercle formé par les tables des élèves quatre maquettes de solides en carton (un cube, un cylindre, un pavé droit, un prisme droit à base hexagonale), un emballage ayant la forme d'un prisme droit à base triangulaire et deux balles de tennis. Chacun de ces solides est porteur d'un numéro. Il distribue également aux élèves les fiches 2 et 3 (annexes 2 et 3). Sur la fiche 2 figurent neuf solides dessinés en perspective cavalière désignés par des lettres minuscules et un tableau dont les élèves ne se serviront que pour une activité de description de solides ultérieure. Sur la fiche 3 figure un tableau à trois colonnes intitulées « solides emballages », « solides dessinés », « solides exposés ». Rappelons que les solides emballages sont les solides de la fiche 1 qui viennent d'être classés par les élèves ; ils sont désignés par des lettres majuscules. La colonne intitulée « solides dessinés » est pré-remplie : à chaque ligne du tableau est assignée une lettre minuscule désignant un solide de la fiche. Au-dessus de ce tableau, nous pouvons lire la consigne suivante :

Associe les solides qui peuvent avoir des ressemblances :
les solides (emballages), repérés par des lettres majuscules
les solides exposés dans ma classe, repérés par des numéros
des solides dessinés, repérés par des lettres minuscules.
Il peut y avoir plusieurs numéros ou plusieurs lettres par case

Découverte de la situation et traitement d'un exemple collectivement (161 - 180)

L'enseignant engage les élèves dans cette nouvelle activité en leur présentant les objets de la situation (les solides exposés, les solides dessinés, les emballages sur lesquels ils viennent de travailler et le tableau de la fiche 3). Il intègre ainsi ces objets dans le milieu des élèves et construit le milieu matériel de la situation. Il lit puis reformule la consigne. Il aménage alors les conditions d'une dévolution réussie en veillant à donner aux élèves les outils nécessaires à leur entrée dans la tâche. Soucieux de la compréhension de tous, il décide ensuite de traiter un exemple de façon collective :

168. P. : (...) On peut faire un exemple. Par exemple, avec le solide « a » - tout le monde le voit le solide « a » ? Quel solide emballage va lui correspondre ? (Plusieurs élèves lèvent la main.)

Pour les élèves, l'enjeu consiste ici à s'approprier la consigne, c'est-à-dire à se faire une représentation appropriée du but à atteindre. L'exemple est traité rapidement et de façon

collective, puis l'enseignant ouvre une phase de travail individuel. A la demande des élèves, les éléments du contrat définissant la forme de travail sont explicités :

178. E. : On le fait tout seul ?

179. P. : Oui, là vous le faites tout seul. C'est clair pour tout le monde ?

En situation, cette intervention donne une indication de la capacité ressentie par les élèves à prendre en charge le problème et leur volonté de s'impliquer dans sa résolution. Le travail individuel peut donc débiter.

Travail individuel (181 -184)

Les élèves remplissent le tableau de la fiche 3 individuellement en repérant des « ressemblances » entre les différents solides présents dans la situation, élaborant ainsi de façon implicite des stratégies de comparaison.

Un élève intervient pour demander à l'enseignant de préciser s'il doit prendre en compte la position des solides dans les représentations proposées :

181. E. : Est-ce qu'on peut les changer de position ?

L'enseignant précise que la position des solides exposés n'est pas à prendre en considération, les solides ont été disposés afin de permettre à chaque élève de voir les numéros qui leur sont assignés.

Mise en commun des stratégies et des résultats (185 -274)

L'enseignant, maître du jeu et de la gestion du temps, met un terme à la phase de travail individuel et incite les élèves à mettre en commun leurs procédures de classement afin d'élaborer des stratégies communes :

185. P. : Bien. Maintenant, j'aimerais que l'on échange ensemble nos manières de classer et que vous réagissiez les uns par rapport aux autres : si vous êtes d'accord ou pas d'accord (quelques élèves lèvent la main), par rapport aux modalités de traitement, c'est-à-dire les critères que j'ai retenus pour classer.

Les règles du jeu sont alors établies : il s'agit pour les élèves de présenter les stratégies de comparaison des solides élaborées individuellement et de discuter des divergences de procédures, dans un dialogue interactionnel. L'enseignant insiste sur sa volonté de donner de la place à la parole des élèves en les incitant « à réagir ».

Les élèves prennent alors la parole et explicitent immédiatement des divergences quant aux solides reconnus comme « ressemblants » au solide a (pavé dessiné en perspective cavalière sur la fiche 2, annexe 2). Deux positions s'opposent : certains élèves ont pris en compte la taille et les proportions des solides, d'autres disent n'avoir regardé que la « forme » des solides :

- 189. E. : Moi j'ai pas mis K parce que le A c'est pas vraiment pareil que le K.
- 190. P. : Alors, pourquoi ?
- 191. E. : Euh ... Comment expliquer ? Ben parce qu'il est plus fin que le A ... et puis voilà.
- 192. E. : (à P) Ça ne change rien. C'est pareil, quoi.
- 194. E. : (à E) Qu'il soit plus petit ou plus gros, ça ne change rien, ça change pas la forme.

Les élèves échangent et confrontent leurs positions respectives dans un débat collectif. Avec force, quelques élèves affirment qu'il s'agit de comparer les solides selon leur « forme » (208) puis selon « la forme des faces » (212). L'enseignant intervient alors pour engager les élèves qui ne sont pas d'accord à s'exprimer :

- 224. P. (...) Alors, ceux qui n'ont pas fait avec les formes, comment vous vous y êtes pris ?

Cependant, le débat semble avoir mis les élèves d'accord puisque l'ensemble de la classe se rallie à l'idée de comparer les solides selon la forme des faces.

Notons toutefois que, si les élèves, dans la recherche d'un consensus, établissent qu'il ne faut pas prendre en compte la question de la taille et des proportions des faces des solides, ils distinguent malgré tout carrés et rectangles tout au long des échanges :

- 201. E. : Ben moi, j'ai pas mis le A parce que c'est un carré.
- 202. E. : Non, c'est pas un carré, c'est un rectangle !

- 234. E. : J'ai regardé les formes qui ressemblent à des carrés et des rectangles.

Comme l'évoquait l'analyse des savoirs en jeu (Partie 2, II.1), les activités de l'Atelier ne prend pas en compte de façon homogène les questions de longueur, ni de proportion des diverses dimensions des solides étudiés qui déterminent pourtant visuellement pour les élèves l'allure du solide. Ceci n'est explicité ni par les élèves, ni par l'enseignant.

Par ailleurs, le sens donné au mot « forme », formulé comme premier critère de classement, n'a pas encore clairement été explicité. Le mot « forme », utilisé seul, reste un mot polysémique, décrivant des objets souvent bien différents, il adopte comme référence la nature du solide (« forme du solide », « forme des emballages »), la nature des figures planes formant ses faces, ou d'autres objets, comme le montrent les interventions suivantes :

- 213. E. : En fait, c'est la **forme des faces**.
- 214. P. : Toi, tu parles de « forme des faces ». Tu peux préciser un peu ?
- 215. E. : Ben, les faces, c'est ce qui le **forme** un peu.

L'enseignant reprend la main et pose des contraintes de précision afin d'inciter les élèves à affiner le premier critère de comparaison retenu, la « forme des faces » des solides :

231. P. : Moi, j'aimerais qu'on précise ce qu'on entend par « forme ». J'ai entendu parler de face tout à l'heure ... J'aimerais qu'on précise.

Les élèves éprouvent alors des difficultés à dépasser un mode de comparaison intuitif, explicité dans un langage courant « ordinaire » :

236. E. : Ben, j'ai mis ensemble celles qui se rapprochaient le plus.

238. E. : Ben, celles qui sont pas pareilles mais presque pareilles.

251. P. : Qu'est ce que ça veut dire « presque pareils » ?

252. E. : Qu'ils se ressemblent.

254. E. : Comme des jumeaux !

Implicitement poussés par l'enseignant à construire des critères de comparaison géométriques, les élèves finissent toutefois par identifier une première propriété géométrique susceptible de permettre la mise en relation des solides, le nombre de sommets :

259. E. : Ils ont le même nombre de sommets ... et des choses en commun !

Cette intervention donne lieu à un rappel de la signification du mot « sommet » dans le cadre de la géométrie. Les élèves, questionnés par l'enseignant, définissent le sommet d'un solide comme le point d'intersection d' « arêtes » :

264. P. : Des sommets. Est-ce que tu sais ce qu'est un sommet ?

265. E. : Oui, c'est 2 ou 3 arêtes qui se rencontrent.

Un élève propose ensuite de dénombrer les faces des solides :

272. E. : Et ils ont 6 faces chacun.

Gestionnaire du temps, l'enseignant prend la parole pour marquer la fin de l'activité.

Bilan, deux critères de classement : forme et nombre de sommets (275 - 278)

L'enseignant incite les élèves à dresser un bilan des critères de classement retenus.

275. P. : Bon, pour aujourd'hui, on va s'arrêter là. On récapitule. Pour classer nos formes, on a regardé quoi ?

Les élèves évoquent « les ressemblances », puis la forme et le nombre de sommets des solides. Un élève mentionne « la taille ».

L'enseignant ne reprend pas les critères de classement mais souligne que la question de la taille reste en suspens et fera l'objet d'une discussion ultérieure.

La comparaison du déroulement effectif de l'activité de mise en relation de solides représentés dans des registres de représentation différents met principalement en évidence la difficulté rencontrée par les élèves à dépasser les procédures naturelles de reconnaissance de forme²⁹, explicitée en langage courant (« presque pareils »), pour mettre en place une « manière de voir » les objets de la situation adéquate au cadre du travail : la géométrie. Les élèves réinvestissent en partie les modes de traitement des solides dégagés de l'activité précédente puisqu'ils décomposent spontanément les polyèdres en faces. Toutefois, le milieu objectif à partir duquel travaillent les élèves semble plus pauvre que celui qui avait été envisagé dans l'analyse a priori de la situation (Partie 2, III.2.2.) : les propriétés géométriques et le vocabulaire spécifique n'émergent qu'en fin d'activité, sous la pression de l'enseignant.

Comme nous l'avons prévu dans l'analyse a priori de la situation, le milieu proposé par la situation n'offre que peu de rétroaction et la validation des stratégies ne peut résulter que de la confrontation des procédures élaborées de façon individuelle par les élèves, dans un débat collectif géré et guidé par l'enseignant. Plus encore, la situation ne posant pas de contrainte de précision quant aux propriétés de comparaison à retenir et leur explicitation, l'enseignant se voit contraint d'intervenir afin d'amener les élèves à dépasser des procédures naturelles de comparaison, non adéquates dans le contexte de l'Atelier. L'enseignant pallie ainsi les lacunes de la situation en générant une forme de rétroaction sur le milieu des élèves.

Enfin, faute de temps, l'enseignant doit interrompre l'activité, empêchant ainsi au milieu de référence de fonctionner et de donner lieu au milieu d'apprentissage identifié dans l'analyse a priori. Il conclut la séance en mettant en suspens les questions soulevées, notamment la question de l'influence de la taille qui réapparaît en fin de séance. Reconnaissant l'importance de ces questions, il les met en mémoire pour la séance suivante.

IV.3. Séance 2 : Jeux de langage sur les significations des termes côté, face, arête, sommet

Phase de rappel, vers l'émergence du mot problématique « polygone » (1 - 35)

L'enseignant met en place la deuxième séance de géométrie par le biais d'une phase de rappel. La consigne est d'abord simple et peu contraignante, laissant ainsi aux élèves la possibilité d'exprimer ce qui leur vient spontanément de la manière la plus libre possible :

²⁹ Se référer au paragraphe concernant les objectifs visés par l'enseignant, Partie 2, I.3.

1. "Pouvez-vous nous rappeler ce que l'on a fait la dernière fois ?"

Les élèves introduisent au cœur de la discussion les mots "forme", "classement», livrant ainsi un premier cadre de réflexion :

2. E. : On avait travaillé sur les solides, sur leur forme. Il fallait les classer par lettre.

Ces rappels constituent également pour les élèves l'occasion d'explicitier les points qui leur semblent encore problématiques. L'enseignant est ainsi amené à discerner clairement taille et forme et à reposer explicitement la question des rapports liant ces deux notions :

22. "Est-ce que la dimension change la forme ?"

Toutefois, la question soulevée est rapidement éludée par l'enseignant qui marque sa volonté de revenir aux critères de classement retenus lors de la séance précédente :

32. P. : Évidemment, si on agrandit un seul côté, là ça change. Bien alors, dans ces critères de classement, on avait retenu quoi ?

Pour lui, l'enjeu, à peine masqué, de ces rappels est de faire émerger le mot de polygone, sur lequel il souhaite axer un classement plus précis des solides, selon la nature de leurs faces, comme en témoigne le tableau de la fiche 2 (annexe 2) qu'il souhaite introduire. Il guide et oriente la discussion vers le rappel du vocabulaire employé lors de la séance précédente et le mot de "polygone" est finalement prononcé (33).

Une première tentative d'explicitation du sens du terme « polygone » (36 - 109)

Rebondissant immédiatement sur l'intervention des élèves, l'enseignant engage les débats sur la définition du mot :

36. "Qui se rappelle de la définition de polygone ?"

Cette phase prend à nouveau l'allure d'un rappel ; néanmoins la nature des objets auxquels elle se réfère est bien différente de ceux visés par la discussion précédente. Les élèves sont amenés à engager des connaissances liées à un savoir purement géométrique qu'ils ont rencontré dans un contexte tout autre - lors d'une leçon de mathématique - en début d'année. Il ne s'agit plus de se souvenir de l'activité de la première séance mais de se mettre d'accord sur le vocabulaire à employer et les objets qu'il désigne.

Les élèves semblent alors conscients que la définition d'objets mathématiques doit répondre à des exigences de précision et d'exhaustivité particulières, et sont d'abord un peu

déconcertés. Certains tentent toutefois de livrer quelques premières caractéristiques, qu'ils savent nécessaires mais non suffisantes comme le montre l'emploi de l'adverbe "déjà" :

35. "Déjà, c'est une forme qui a des côtés plats."

Ainsi, la définition du polygone s'élabore dans un premier temps par tâtonnements. Le vocabulaire géométrique émerge peu à peu au cœur des interventions des élèves : "côté" (39), "sommets" (43), "arêtes" (46). Ces mots font souvent l'objet de courtes définitions suscitées par l'enseignant mais explicitées de façon plus ou moins approximative par les élèves :

40. P. : "C'est quoi un côté ?"

41. E. : "C'est ce qui ne peut pas rouler."

La définition de polygone est encore loin d'être établie. Un élève se rattache alors à l'étymologie du mot et relance ainsi la réflexion :

55. E. : "Poly, c'est plusieurs ?"

Devant l'incertitude générale, un élève se résout à regarder la définition figurant dans son cahier de mathématiques et la lit à la classe. La tâche incombant aux élèves est alors modifiée : il ne s'agit plus d'établir une définition mais de saisir le sens de celle qui leur est livrée ici. Un élève précise que le polygone est une figure plane :

71. E. : "Monsieur, c'est une figure plane."

Mais les élèves ont du mal à saisir la signification de l'expression « ligne brisée fermée » figurant dans la définition qui vient d'être lue. Bien que l'enseignant les amène alors à mettre en opposition lignes courbes et lignes brisées, l'objet désigné par le terme « polygone » ne semble pas clairement identifié.

Représentation d'un « polygone » au tableau par un élève (110 - 145)

Soucieux de lever toute ambiguïté concernant la notion de polygone, l'enseignant décide de changer de registre de représentation et envoie un élève au tableau afin de « faire un dessin » (112). L'élève trace un premier segment, identifié comme « arêtes » ou « droite » à la demande de l'enseignant. Puis il complète son dessin en traçant un rectangle. L'enseignant engage les élèves à exprimer leurs points de vue à propos de l'appartenance du rectangle à la famille des polygones. Les élèves éprouvent des difficultés à se prononcer sur la question, mais reconnaissent le rectangle comme une figure plane :

C'est autour du rectangle tracé au tableau que se dessinent les premières divergences de points de vue et se construisent les premières argumentations.

L'enseignant engage tout d'abord les élèves à exprimer ce qu'ils pensent du dessin :

122. P. : "Alors, toi, M., tu dis que c'est une figure plane. Toi, tu dis que c'est un polygone. Est-ce qu'il y en a qui pensent que ce n'est pas un polygone ?"

Il invite alors l'élève au tableau à rejoindre sa place, mais celui-ci déclare ne pas avoir terminé : il voulait ajouter « le côté » (132). L'enseignant demande confirmation.

Explicitation des points de vue des élèves sur le sens des termes « côtés », « face », « arêtes » : deux significations des termes « côtés » et « polygone » s'opposent. Interrogation sur la nature d'un sommet (146 - 242)

Saisissant les ambiguïtés référentielles qui commencent à se dessiner, l'enseignant demande à l'élève au tableau d'expliciter « ce qu'il entend par côté » (147). L'élève saisit un cube en carton et les côtés comme les faces latérales du cube. Au fil de la discussion collective, deux positions contradictoires se dessinent alors. La première (position 1) assimile côté et face. Or le polygone est défini comme étant une forme géométrique à plusieurs côtés. Un polygone est donc nécessairement un solide. Le rectangle n'est pas un polygone. La seconde (position 2) dissocie face et côté et rapproche la notion de côté de celle de l'arête. Selon cette position, un polygone est une figure plane.

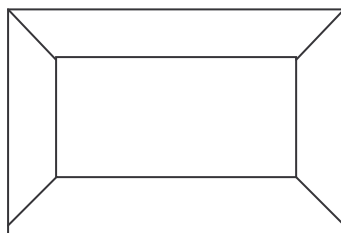
Dans un premier temps, tous, excepté une élève, se rallient à la première position. L'argumentation de l'élève interrogé semble avoir été efficace. Plus encore, certains élèves fournissent d'autres arguments corroborant sa position. Une élève, par exemple, fait référence à des souvenirs de la classe de CE2, évoquant des affiches représentant des « polygones dessinés en relief » (185). Son intervention ouvre le débat à une nouvelle approche de la question problématisée, les élèves étendent leur vocabulaire en se rattachant à de nouveaux champs lexicaux ("vu de face", "vu de côté", 194) et dissocient à présent l'objet et sa représentation, voyant dans le rectangle dessiné au tableau un pavé dont on ne voit qu'une face :

203. E. : "Un solide, c'est un polygone. Mais un polygone, ça peut être dessiné, par exemple ça aussi c'est un polygone" (il désigne le rectangle dessiné au tableau).

Sur l'initiative d'un élève, une réflexion s'engage sur la nature d'un sommet : si on efface les côtés d'un rectangle, les sommets subsistent-ils ou existent-ils uniquement comme points d'intersection des côtés ? Les élèves sont partagés et la question reste en suspens.

L'enseignant se cantonne ici à un rôle de spectateur, incitant toutefois les élèves à étayer leurs explications le plus souvent possible. Il est assis à l'une des tables disposées en rectangle au milieu de la classe, parmi les élèves.

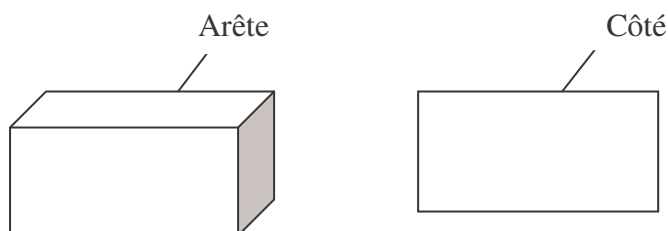
Une élève décide spontanément de compléter le dessin de L. au tableau, pour « montrer ce qu'elle pense ce que c'est qu'un polygone ». Elle trace la figure suivante :



Elle explique que, pour elle, il s'agit de « l'intérieur d'un polygone » (241). L'enseignant ne relève pas, laissant en suspens la question des modalités de représentation des solides.

Débat autour d'un dessin introduit par l'enseignant (242 - 277)

L'enseignant se lève et se dirige au tableau, marquant ainsi une rupture dans l'activité de la classe. Il trace et soumet aux observations des élèves la chose suivante :



La situation instaurée par l'enseignant depuis le début de la séance, comme sans doute ses habitudes pédagogiques, incitent les élèves à porter un regard critique sur ce qui leur est soumis. Leur première réaction est donc de dire à l'enseignant qu'il s'est trompé, sans doute volontairement :

245. E. : Alors là, y a un problème.

249. E. : Vous vous êtes trompé, Monsieur, là où y a l'arête, en fait, il faut inverser.

L'enseignant ne se positionne pas sur la validité de son dessin et ce dessin constitue une nouvel enrichissement du milieu.

Après un instant de réflexion, une élève intervient spontanément :

262. E. : Moi je sais pourquoi on l'appelle arête.

Une nouvelle réflexion est donc engagée. Elle ne porte plus sur l'objet géométrique proprement dit mais sur l'origine de sa dénomination. Les élèves tentent en réalité de saisir la nature et les propriétés de l'objet en comprenant « pourquoi on l'a appelé ainsi ». Le parallèle établi entre l'arête géométrique et l'arête de poisson paraît d'abord anodin, fruit d'un simple jeu de mot. Cependant, certains élèves voient en cet homonyme une véritable source de sens :

264. E. : C'est parce que par exemple une arête de poisson c'est souvent dur et un peu droit

L'enseignant s'efforce alors de différencier les champs lexicaux et évoque pour la première fois la nécessaire spécificité du langage dans le cadre de la géométrie :

265. On n'est plus dans un terme géométrique.

L'enseignant donne la parole à un autre élève qui la sollicite. Celui-ci déclare alors :

269 : « Au début, j'avais pas compris. Mais il a raison L. en fait. »

Pour la première fois depuis le début des débats, une élève change consciemment et explicitement d'opinion. Tous jusque-là tentaient de convaincre la position « adverse » mais refusaient d'intégrer les arguments d'autrui dans leur propre argumentation. Cette élève revient sur la nature du sommet et s'accorde à dire qu'un sommet n'existe que parce qu'il est point d'intersection de plusieurs arêtes. Plus que la nouvelle position retenue, l'enseignant pointe explicitement la possibilité de changer de position :

276. P. : Donc, est-ce que ça veut dire que tu acceptes aussi de changer ton idée sur la définition d'arête et de sommet ? Est-ce que tu accepterais de changer ?

Différentiation entre le vocabulaire des solides et celui propre aux figures planes (278 - 307)

Un élève découvre avec étonnement que la face du pavé dessiné par l'enseignant au tableau est similaire au rectangle qui figure à ses côtés. Il va au tableau et efface les faces du pavé pour ne laisser que le rectangle. Le maître acquiesce et l'élève retourne à sa place, perplexe.

Le solide n'est plus considéré ici comme un objet insécable mais on essaie d'en appréhender la structure. Les élèves mettent en lien les objets géométriques qu'ils tentent de saisir.

Un élève, tentant de comprendre les légendes apposées par l'enseignant au tableau, prend alors la parole et, accompagné de l'enseignant, différencie pour la première fois le vocabulaire propre aux figures planes et employé pour décrire les solides :

296. P.: Pourquoi je n'ai pas mis arête là ?

297. E. : Parce que c'est une figure plane.

Une élève, incitée par l'enseignant à réagir, dit ne plus s'y retrouver.

Échanges argumentatifs sur la signification de « côté » et « arête » (308 - 367)

Les élèves reviennent sur leurs positions respectives en les modifiant sensiblement au regard des réflexions qui ont alimenté les débats depuis le début de la séance. L'élève initiateur de la position 1 consent à réserver le mot "arête" aux solides et nomme "droites" les côtés des figures planes. Pour lui, la face est désormais le côté des solides qui se présente devant nous. L'élève adepte de la position 2 refuse la thèse selon laquelle les objets changeraient de nom selon la façon dont on les regarde. L'enseignant résume les positions de chacun, sans les départager.

Un élève déclare "avoir compris" : il assimile le mur à une figure plane et nomme le bord du mur "côté de la figure plane". Il existerait donc des côtés dans une figure plane. Les élèves adeptes de la position 1 commencent à douter de leur définition du mot côté.

Conclusion et clôture de la séance (368 - 407)

L'enseignant reprend en main la discussion et saisit un cube en carton. Avec les élèves, il récapitule les propositions allant dans le sens de ses attentes. Il apparaît que le solide est composé de plusieurs figures planes. Les figures planes sont délimitées par des côtés, ces segments changent de nom lorsque l'on assemble les figures planes pour former un solide : ils deviennent des arêtes.

L'enseignant clôt la séance en dressant un bilan de ce sur quoi les élèves semblent s'être mis d'accord. Il insiste sur la nécessité de différencier le langage courant du vocabulaire spécifique de la géométrie : le même mot peut relever des sens différents selon le contexte dans lequel il est employé :

402. P. : (...) On a donc encore une distinction à faire entre les notions géométriques et le vocabulaire qu'on emploie tous les jours.

La définition précise des termes géométriques côté, face, arêtes fera l'objet d'une leçon lors de la séance suivante. Néanmoins, certains élèves déclarent que "la discussion leur a permis de comprendre ce que c'était" (400).

L'activité de la deuxième séance de l'Atelier décrite dans ce paragraphe n'avait pas été prévue par l'enseignant et n'avait donc pas été évoquée dans l'analyse a priori du dispositif. L'enseignant a d'abord pris en compte les difficultés exprimées par les élèves lors de la première séance à saisir et expliciter une caractérisation des objets géométriques désignés par le mot polygone (ou plus exactement « forme polygonale »). Ce mot figurant dans le tableau par le biais duquel les élèves vont devoir décrire des solides dessinés en perspective cavalière (tableau de la fiche 2, annexe 2), l'enseignant choisit d'abord d'ouvrir cette deuxième séance de l'Atelier en mettant en place un travail de rappel sur la définition de polygone dans le cadre de la géométrie. Mais ce travail, qu'il envisageait comme un travail bref de rappel d'une leçon précédente, a révélé des difficultés plus profondes liées à la polysémie des mots utilisés dans le vocabulaire de la géométrie, selon les cadre langagiers dans lesquels ils sont utilisés : les mots côté ou face sont des mots qui appartiennent aussi au langage courant et dont les élèves connaissent déjà des significations. Les élèves pensent donc saisir les objets désignés par ces mots mais l'extension des significations des mots du langage courant au langage spécifique de la géométrie induit un usage des mots non conforme aux usages dans les jeux de langage de la géométrie. De façon originale, l'enseignant a alors su laisser le temps aux élèves d'exprimer les significations qu'ils accordaient aux mots du vocabulaire de la géométrie et prendre conscience des ambiguïtés référentielles. Nous analyserons de façon détaillée dans la suite de cette thèse le fonctionnement opératoire et cognitif des jeux de langage développés ici (Partie 3) et la manière dont l'enseignant est parvenu à mettre en place, à gérer puis à exploiter ces jeux de langage dans le cadre de l'Atelier (Partie 4).

IV. 3. Séance 3 : reprise et exploitation du débat de la séance 2

Dans la classe, l'enseignant a rassemblé les tables en carrés, regroupant maintenant les élèves par groupes de quatre.

IV.3.1. Première phase : Élucidation des ambiguïtés référentielles et explicitation des significations spécifiques des termes « polygone », « côté », « face », « arête » et « sommet » en géométrie (1 -136)

Rappels du travail de la séance 2 (1 – 12)

Comme lors de la séance précédente, l'enseignant ouvre la troisième séance par une phase de rappel :

6. P. : Qu'est-ce que l'on avait fait lors du dernier atelier ? Oui, vas-y ...

L'objectif de l'enseignant est de faire émerger les termes propres au vocabulaire de géométrie utilisés lors des séances précédentes et de revenir sur leurs significations dans le contexte de la géométrie. Les élèves retiennent surtout comme enjeu de la deuxième séance un travail sur la différence entre « côté » et « face », ils évoquent également le mode de réflexion et d'expression engagé lors de ce travail :

9. E. : On faisait des débats ...

Les élèves montrent alors que l'Atelier de géométrie constitue clairement pour eux un lieu d'apprentissage particulier offrant la possibilité de construire des « débats » autour des objets de savoir qui leur sont proposés. La volonté particulière de l'enseignant a clairement été perçue par les élèves.

Trois questions émergent de cette phase de rappel : la différence entre « côté » et « face », la nature de l'objet « polygone » et la définition du mot « côté ».

9. E. : Ben, on essayait de chercher la différence entre les côtés et les faces.

11. E. : On faisait des figures planes aussi pour voir si c'était des polygones ou pas.

Mais surtout les élèves mettent en évidence l'impossibilité de départager les différentes positions faisant débat sans validation extérieure, ce à quoi l'enseignant se refusait lors de la deuxième séance :

13. E. : On avait vu que, dans les figures planes, il y avait des côtés mais on n'a toujours pas de preuve. On avait fait un débat sur les figures, les solides et les deux.

Si la phase de débat a permis aux élèves de prendre en charge les questions posées, d'exprimer leurs propres conceptions et de les confronter à d'autres points de vue, une phase de reprise des débats et d'institutionnalisation paraît alors inéluctable.

Étude d'un rectangle dessiné au tableau par l'enseignant (13 - 64)

Souhaitant revenir sur la définition du mot « côté » qu'un élève vient de mentionner, l'enseignant dessine un rectangle au milieu du tableau. La figure est immédiatement identifiée par les élèves comme étant « un rectangle », « une figure plane ». Un élève fait même remarquer la présence de « côtés ». L'enseignant demande alors à une élève de repasser les côtés de la figure avec une craie de couleur.

L'enseignant, qui a pris en charge cette phase de rappel, pose des questions aux élèves et valide indirectement leur réponse.

26. E. : Un solide.

27. P. : Est-ce que c'est un solide ?

28. E. : Non, c'est une figure plane... Y'a des côtés.

La présence de « côtés » sur le rectangle est admise, la question est ici de les identifier. Implicitement, l'enseignant tranche les discussions : le « côté » appartient au vocabulaire des figures planes.

Plus encore, en incitant les élèves à compter le nombre de côtés d'un rectangle, l'enseignant introduit un nouveau critère permettant de caractériser puis de classer les figures planes : le nombre de côtés.

Le polygone ayant été défini lors de la séance 2 comme étant « une figure à plusieurs côtés » et les côtés du rectangle venant d'être identifiés, l'enseignant souhaite maintenant mettre en évidence le caractère polygonal du rectangle dessiné :

28. P. : Et, Christelle, est-ce que c'est un polygone ?

Mais seuls deux élèves conviennent de l'appartenance du rectangle à la famille des polygones. L'enseignant renvoie alors la question à plusieurs élèves de la classe, les sollicitant les uns après les autres :

- 30. P. : E., t'en penses quoi ? On se réveille. C'était quoi la question ?
- 32. P. : Thomas, c'était quoi la question ?
- 34. P. : D'accord. Sandrine, tu penses quoi ?

Face au questionnement de l'enseignant, les élèves pressentent leur erreur mais aucun n'est capable d'apporter une réponse claire. L'enseignant pose alors à l'ensemble de la classe la question de la définition du « polygone » :

- 38. P. : Qui se rappelle de la définition du polygone ?

Le polygone est d'abord défini par un élève comme « une forme qui a des sommets, des côtés... » mais il ajoute : « et puis ça peut être plat...enfin ça peut être de face ou en relief » (39). Le début de la définition livrée par l'élève semble d'abord juste mais nous nous rendons vite compte que l'objet qu'il décrit n'est pas celui auquel nous pensons.

Souhaitant réinvestir l'exemple du rectangle dessiné au tableau, l'enseignant incite alors les élèves à recourir à l'étymologie du mot « polygone » :

- 41. E. : Ben, ça a plusieurs côtés.
- 42. P. : Oui. Pourquoi ça vient de « plusieurs côtés » ?
- 43. E. : Poly.
- 44. P. : Poly - plusieurs, oui.

Les élèves tentent alors immédiatement d'identifier le rectangle dessiné au tableau au concept de polygone, caractérisé comme une figure à plusieurs côtés. Mais un élève se refuse à reconnaître un polygone dans le rectangle car, pour lui, un polygone doit contenir des sommets or « pour qu'il y ait des sommets, il faut trois arêtes qui se rencontrent » (47)

L'enseignant reprend les mots de l'élève, signifiant ainsi qu'il l'a entendu, mais ne livre aucun élément de réponse et renvoie la question à la classe :

- 48. P. : Toi, tu crois qu'il faut trois arêtes pour faire un sommet. Bastien, à ton avis ?

Mais l'élève interrogé revient à la définition du polygone comme « forme à plusieurs côtés » et convient ainsi du caractère polygonal du rectangle. La question de la nature des sommets et de l'appartenance exclusive du mot « sommet » au vocabulaire de la géométrie des solides reste ainsi en suspens. L'enseignant semble alors réguler les discussions en réajustant le rapport des élèves au milieu : il se refuse à basculer en trois dimensions puis finit par livrer lui-même la définition du polygone qui avait été lue lors de la séance précédente. Il marque ainsi la fin de la phase de débats :

54. P. : Je rappelle la définition du polygone : un polygone, c'est une figure géométrique plane, donc à deux dimensions : longueur et largeur (il montre sur le rectangle au tableau), qui est composée d'une ligne brisée et fermée. D'accord ? (il suit le contour du rectangle), donc la figure est fermée. Ce sont des lignes brisées.

55. E. : Monsieur ?

56. P. : Oui ...

57. E. : Vous avez dit la réponse.

En énonçant la définition du polygone, l'enseignant insiste sur deux éléments : le polygone est une figure plane et fermée. Le lien entre ligne brisée et côtés n'est pas mentionné, cependant, les élèves s'accordent maintenant à dire que « la figure en 3 dimensions, c'est pas un polygone. » (61) et que le rectangle est une figure plane, à quatre côtés, et fermée donc que c'est un polygone.

A l'issue de cette première phase, les significations des termes de « côté », « polygone » dans le cadre de la géométrie semblent avoir été clairement établies. L'enseignant marque alors une rupture dans l'activité en reformulant l'appartenance du rectangle dessiné à la famille des polygones et en dessinant une nouvelle figure au tableau :

64. P : Donc, ici on a une figure plane, avec 4 côtés pour celle-ci. Cette figure plane est fermée, donc c'est un polygone. D'accord ? Je vous dessine autre chose.

Identification des faces et arêtes sur un solide constitué de rectangles (64 - 88)

En traçant un nouveau rectangle au tableau, de mêmes dimensions que le premier, l'enseignant vérifie d'abord que tous les élèves ont perçu le caractère polygonal du rectangle. Il interroge un élève supposé plus faible qui voit effectivement dans le rectangle dessiné à la fois une « figure plane » et un « polygone » ; l'enseignant peut poursuivre.

L'enseignant déclare vouloir assembler les rectangles dessinés au tableau pour former un solide. Il dessine alors un pavé en perspective cavalière et insiste d'emblée sur la distinction faite entre le vocabulaire employé pour décrire les figures planes et le vocabulaire propre aux solides :

84. P : Donc, voici un solide, par rapport à tout à l'heure, j'ai assemblé deux figures planes ... et puis d'autres aussi. Et bien, dans un solide, les figures planes vont changer de nom, elles vont s'appeler ...

85. E : Des faces !

86. P : Oui, très bien, des faces. Il y a une autre partie qui va aussi changer de nom. Dans les figures planes, j'ai des côtés (il montre les côtés du rectangle dessiné au tableau). Dès que j'assemble les figures planes et que les côtés vont se confondre, se superposer, ils vont devenir ...

87. Ensemble : des arêtes !

Les débats de la séance précédente autour de la mise en commun d'un vocabulaire propre à la géométrie ne permettaient pas aux élèves de se mettre d'accord sans une intervention extérieure. C'est cette validation que l'enseignant apporte ici, mettant ainsi en évidence le caractère spécifique donné aux mots employés dans le contexte de la géométrie.

Plus encore, si l'enseignant différencie géométrie plane et géométrie des solides, il établit toutefois un lien entre le pavé et les rectangles qui le composent : le solide n'est plus un objet insécable mais une structure formée de polygones qui en constituent les « faces ».

A cette occasion, les significations usuelles des termes « face » et « arêtes » en géométrie sont définies : on appellera « face » les figures planes composant le solide et « arête » les segments formés par la superposition des côtés de ces mêmes figures planes.

Retour au cube dont une face est évidée, rencontré à la séance 2. Élucidation des ambiguïtés référentielles (89 - 109)

Les définitions étant données, l'enseignant saisit un cube en carton, multipliant ainsi les modes de représentation des solides proposés aux élèves. Immédiatement, un élève annonce la présence de côtés sur le cube :

90. E. : Oui, mais il y a aussi des côtés !

91. P. : Oui, vas-y. [L'élève se lève et saisit le cube.]

92. E. : Y'a aussi ces côtés là ! (Il désigne les faces du cube.)

93. P. : C'est-à-dire ?

94. E. : Là, il y a les côtés (il montre les faces latérales) et là, il y a les faces (il désigne les faces situées au-dessus et en dessous).

Si les élèves semblent avoir entendu la définition donnée par l'enseignant du mot « côté » comme segment délimitant une figure plane, certains n'ont pas pour autant abandonné les significations qu'ils assignaient à ce mot, fortement liées à son usage dans le langage courant. L'enseignant prend alors la parole pour distinguer « côté » et « face » :

99. P. : ... Alors, dans le solide, elle [une figure plane] devient une face. Mais on ne parle pas de côté pour ne pas faire de confusion.

101. P. : Ce sont toutes des faces. A partir du moment où on tourne le solide, qu'on le regarde de dessus, de dessous, ce sont toutes des faces. D'accord ?

Le « côté » sera donc dorénavant exclusivement réservé à la description de figures planes. Pour la première fois, l'enseignant distingue clairement le vocabulaire propre aux figures planes du vocabulaire de la géométrie des solides.

Plus encore, une plaisanterie d'un élève donne à l'enseignant l'occasion de mettre l'accent sur le caractère spécifique du vocabulaire employé dans le cadre de la géométrie :

102. E. : Alors, quand on dit que ça [le mur de la classe] c'est une figure plane, alors ça [l'angle du mur] c'est un côté.

104. E. : Alors, il faut pas dire d'aller au coin, il faut dire d'aller au côté !

105. P. : (Rires.) Le mot « face », le mot « côté » sont des mots qui peuvent changer de signification en fonction de la matière dans laquelle on les emploie. Voilà, la discipline c'est les mathématiques, la géométrie. Si on utilise face ou côté en production d'écrit par exemple, on pourra l'utiliser pour autre chose : montre-moi ta face, ne perds pas la face, mets-toi de côté, passe de l'autre côté. D'ailleurs, on verra un travail de production d'écrit justement par rapport à ces mots qui sont utilisés dans plusieurs contextes, dans plusieurs disciplines.

Cette remarque apparaît alors comme essentielle dans la mesure où le vocabulaire que l'enseignant et les élèves tentent ici de mettre en place convoque des mots du langage courant et leur confère, dans le cadre spécifique de la géométrie, un sens particulier. Or cette polysémie des termes mis en œuvre constituait, nous l'avons vu lors de la seconde séance, un véritable obstacle à la mise en place d'un vocabulaire commun. Nous développerons ce point lors de l'analyse des jeux de langage (Partie 3).

Récapitulatif (110 - 136)

Entrant pleinement dans une phase d'institutionnalisation, l'enseignant vient de livrer aux élèves le sens donné en géométrie aux termes placés au centre des débats depuis la seconde séance. Il marque maintenant sa volonté de reprendre et de fixer clairement ces significations avec l'ensemble de la classe. Une fois encore, il reprend la parole et marque une rupture dans l'activité en interrogeant une élève :

110. P. : Sophie, tu peux récapituler un peu ce que l'on a dit ? Viens au tableau, si tu veux, pour expliquer.

Comme nous le verrons dans l'analyse des gestes de l'enseignant (Partie 4), l'enseignant ne se place plus directement comme source de la connaissance mais comme guide de la phase explicative qui débute ici. Il cède d'ailleurs sa place au tableau aux élèves qui se lèvent lorsqu'ils sont interrogés. Il impose alors avant tout des contraintes de précision, contrôle et oriente ce bilan en posant des questions :

112. P. : Tu peux montrer précisément, s'il te plaît ?

113. P. : Oui. J'ai marqué le polygone en haut, tu peux repréciser ?

115. P. : Qu'est-ce que c'est qu'un polygone ?

Il est alors une nouvelle fois établi que les côtés sont les segments délimitant les figures planes (114), qu'un polygone est une figure à plusieurs côtés, délimitée par une ligne brisée fermée (116, 118), et qu'en « trois dimensions », les côtés « changent de noms et s'appellent des arêtes » (120). Enfin, une élève va au tableau « hachurer une face » d'un pavé dessiné (132).

L'enseignant clôt cette phase d'institutionnalisation en s'assurant de la bonne compréhension de tous :

- 133. P. : Vous avez bien enregistré ?
- 134. Ensemble : Oui.
- 135. P. : Parfait. (Il efface le tableau.)
- 136. E. : Contrôle !

On voit ici clairement que l'enchaînement des phases d'institutionnalisation et d'évaluation fait naturellement partie des habitudes pédagogiques de l'enseignant et que les élèves sont imprégnés de ces méthodes d'apprentissage.

IV.3.2. Seconde phase : Réinvestissement des significations spécifiques de « polygone », « côté », « face », « arête » et « sommet » dans un texte à trous (137 - 179)

Découverte de la fiche et de la consigne, travail individuel (137 - 139)

L'enseignant débute cette phase de travail en distribuant une fiche aux élèves (fiche 4, annexe 4). La fiche est séparée en quatre parties, chacune d'entre elles propose un texte à trous, parfois illustré d'une figure.

- 137. P : Bien. Qu'est-ce que j'attends de vous sur cette fiche ? C'est que vous puissiez retranscrire tout ce que l'on vient de voir, aujourd'hui et la semaine dernière. Aujourd'hui, c'était plus pour apporter des réponses après les discussions de la semaine dernière.

L'objectif de cette nouvelle activité est clair : il s'agit de fixer les objets de savoir qui ont émergé au fil de la seconde séance de l'Atelier par un passage à l'écrit. La phase de travail orale et collective que l'enseignant vient de clôturer permet aux élèves de prendre en charge eux-mêmes cette nouvelle phase d'institutionnalisation. Ainsi, cette activité jouera également un rôle d'évaluation, permettant à l'enseignant de contrôler la bonne assimilation de tous.

Le type d'exercice proposé, se présentant sous la forme d'un texte à trous, est manifestement familier aux élèves qui entrent immédiatement dans la tâche en négociant spontanément des éléments du contrat didactique avec l'enseignant :

- 138. E. : Monsieur, on peut le faire à deux ?
- 139. P. : Oui. On se donne dix minutes pour remplir cette fiche. On va procéder par étapes. Écrivez au crayon à papier si vous avez peur de faire des erreurs.

S'en suivent une dizaine de minutes de travail individuel.

Correction collective de l'exercice (140 - 179)

Après une dizaine de minutes de travail individuel, l'enseignant interrompt les élèves dans leur travail et prend en charge une correction collective des deux premières parties de la fiche :

140. P. : Est-ce que c'est terminé pour la première question ?

Les phrases-réponses étaient les suivantes (les mots soulignés sont les mots qu'il fallait ajouter) :

Voici une figure plane qui est un polygone parce qu'elle est composée de côtés. Cette forme géométrique a quatre côtés.

L'enseignant lit les phrases inscrites sur la fiche et laisse les élèves compléter les mots manquants à voix haute. Il écrit les phrases-réponses dûment complétées au tableau. Il ne s'agit plus de comprendre le sens donné au vocabulaire qui vient d'être mis en commun mais de l'utiliser de façon rigoureuse.

Devant quelques erreurs commises, l'enseignant rappelle que l'on ne peut employer les mots « sommet » et « arête » pour décrire une figure plane. Cet exercice constitue alors pour lui une nouvelle occasion de mettre l'accent sur le caractère à la fois spécifique et précis du vocabulaire de géométrie :

149. P. : On ne parle pas de sommet ici.

154. E. : Arêtes ?

155. P. : Non, on ne peut pas dire arête !

156. E. : Côtés !

Pour finir, l'enseignant demande aux élèves de continuer l'exercice en complétant la seconde phrase de la fiche. Les élèves travaillent de façon individuelle pendant quelques minutes. Puis l'enseignant entreprend la correction collective des troisième et quatrième parties de la fiche, consacrées au passage des figures planes aux solides et au vocabulaire des solides.

Ici encore, l'enseignant guide largement la correction de l'exercice. La troisième partie rappelle que l'on peut assembler des figures planes pour former un solide. On y découvre deux rectangles mis en lien par une double flèche au-dessus desquelles la phrase suivante est à compléter :

Voici deux polygones que je vais assembler pour former un solide.

Certains élèves proposent de remplacer "polygones" par "formes géométriques", à l'instar de la formulation de l'enseignant dans la seconde partie de la fiche (« Cette forme géométrique a quatre côtés. »). Cependant, l'enseignant pose d'emblée des contraintes de précision, seuls "polygones" et "figures planes" seront retenues :

164. E. : Moi, j'ai mis formes géométriques aussi.

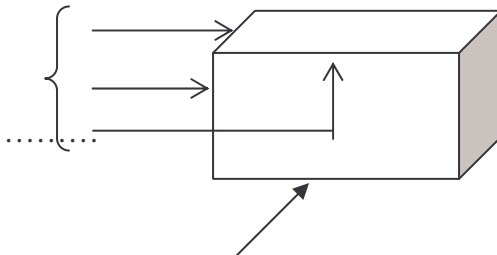
165. P. : Alors, j'aimerais que ce soit un peu plus précis. Soit polygones, soit figures planes. J'attendais figures planes mais polygones ça fonctionne aussi. (Il écrit au tableau, avec « figures planes polygonales ».)

L'enseignant inscrit la réponse au tableau et passe à la correction de la dernière partie de la fiche.

La quatrième partie de la fiche est consacrée au vocabulaire propre à la géométrie des solides. Rappelons que les phrases à compléter sont les suivantes :

Voici un solide. Les figures planes ont changé de nom et s'appellent maintenant des faces. D'autres parties ont elles aussi changé de nom : les côtés sont devenus des arêtes.

Sous ce texte, la figure suivante est à légénder :



Sous la figure, les élèves peuvent lire :

Cette partie que l'on ne voit pas sur laquelle repose le solide s'appelle la base.
Colorie une face visible.

L'enseignant, sous la dictée des élèves, écrit les réponses au tableau et reproduit la figure à compléter. La correction ne pose pas de problème et s'effectue rapidement.

IV.4. Séance 3 : Déterminer le nombre et la nature des faces de solides dessinés

Présentation de l'activité, explication de la consigne (180 - 199)

La fiche étant remplie, l'enseignant marque le changement d'activité en demandant aux élèves de prendre leur cahier de mathématiques, ouvrant ainsi le travail sur une nouvelle phase d'institutionnalisation :

180. P. : Bien. Vous prenez vos cahiers de maths, s'il vous plaît. On va faire un petit exercice. Alors, il faut qu'on reprenne tout ça dans le cahier.

Il demande aux élèves de reprendre la fiche 2 (annexe 2) distribuée lors de la première séance de l'Atelier, collée dans le cahier et sur laquelle le tableau reste à remplir.

Sous ce tableau, les neuf solides recensés précédemment sont représentés en perspective cavalière et repérés par des lettres minuscules. Les solides figurant sur cette fiche ont déjà été mis en relation avec d'autres représentations de solides lors de la première séance, mais la tâche incombant aux élèves est ici tout autre.

Le milieu matériel étant donc rapidement constitué, les élèves doivent maintenant entrer dans la tâche en envisageant des perspectives d'action sur les objets de la situation. D'emblée, l'enseignant incite les élèves à expliciter eux-mêmes la consigne de l'exercice, qui n'est pas inscrite sur la fiche :

180. P. : Maintenant, qu'est-ce que je vous demande de faire ?

Après un court temps de réflexion, un élève suppose qu'« il va falloir compter les faces » (181) et déterminer la nature des faces composant chaque solide :

183. E. : Savoir si c'est un carré, un rectangle ou un triangle ou un autre polygone, ou y'a des faces qui ne sont pas des polygones.

Il ne s'agit plus de comprendre et d'apprendre les définitions du vocabulaire de géométrie mais d'utiliser directement les objets de connaissance qu'il désigne comme outils pour décrire différents solides. La tâche de description par le biais du tableau amène en effet les élèves à identifier, par reconnaissance perceptive, les faces des solides et identifier leur nature en reconnaissant chaque face comme un des éléments constitutifs d'un des concepts proposés (carré, rectangle, triangle, autre polygone, disque, autres). La consigne semble avoir été comprise par tous.

Une élève demande à l'enseignant la définition d'un mot intervenant dans les différentes catégories proposées par la fiche :

338. E. : "Par contre, y'a un mot que j'ai pas compris. C'est disque."

Fidèle à ses habitudes pédagogiques, l'enseignant renvoie d'abord la question à la classe et interroge une élève :

339. P. : "Alors, disque. Est-ce que quelqu'un peut expliquer, dans les faces qui ne sont pas des polygones, le mot disque. Sophie ?"

Mais les élèves témoignent ne pas pouvoir fournir une définition précise du mot, qu'ils associent instinctivement aux mots "rond" (185) et "cercle" (186). L'enseignant livre alors à la classe une définition un peu surprenante :

187. P. : Un disque, c'est un cercle ... la preuve ... les disques que l'on achète, les compact - disques.

Sans doute afin de rendre la signification du terme « disque » accessible à tous les élèves, l'enseignant dresse donc un parallèle entre ce terme, propre au vocabulaire de la géométrie, et la désignation courante d'un objet de la vie quotidienne. Toutefois, nous pouvons nous interroger sur la pertinence de l'emploi du mot "preuve" ici : si le parallèle établi peut constituer un argument corroborant la définition géométrique, il ne peut en aucun cas être considéré comme une preuve mathématique, contexte de l'apprentissage.

Enfin, l'enseignant, avec les élèves, reformule la consigne afin de permettre aux élèves de saisir l'enjeu de l'activité :

199. P. : Il a parlé de polygone et de figure plane. Donc, en fait, il y a des solides qui ont des faces qui sont des polygones et des solides qui ont des faces qui ne sont pas des polygones.

Deux exemples traités collectivement (200 - 221)

Signe d'une première dévolution réussie, un élève prend en charge la tâche de description qui lui incombe en considérant à voix haute l'exemple du cube :

200. E. : Ah donc, en fait, on ne prend en compte que ça ... Par exemple, je prends ça, le cube [...] On a la face du haut et je vais dire que c'est une figure plane ...

Afin d'entrer plus concrètement dans la tâche et de s'assurer de la compréhension de tous, l'enseignant décide de poursuivre l'axe de travail ouvert par cet élève et d'étudier collectivement le premier solide proposé, le pavé :

206. P. : Par exemple, le solide a. Alors, le solide a....

Il apparaît immédiatement que le pavé comporte six faces rectangulaires.

Puis, sur l'initiative de l'enseignant, le solide b est également traité à voix haute par l'ensemble de la classe :

213. P. : On fait le b ensemble, par exemple. Alors, dans le b, il y a combien de faces ?

Collectivement, il est établi que le prisme droit à base triangulaire dessiné comporte "cinq faces" qui "sont des polygones" : "deux triangles" et "trois rectangles" (218, 219)

L'enseignant guide ici largement la réflexion des élèves dont le rôle se cantonne maintenant à répondre aux questions de l'enseignant :

213. P. : Alors, dans b, il y a combien de faces ?

215. P. : Est-ce que ce sont toutes des faces polygonales ?

217. P. : Qu'est-ce que tu observes comme figures, comme formes ?

Il valide les propos des élèves en répétant pour l'ensemble de la classe leurs réponses.

Les élèves possédant maintenant les outils leur permettant de prendre en charge le problème, ils demandent à terminer seul :

220. E. : "Maintenant, on termine tout seul, monsieur !"

Débute une phase de travail individuel.

L'explicitation de la consigne et des intitulés du tableau puis le traitement collectif d'exemples qui ont lieu ici visent à mettre en commun les outils nécessaires aux élèves pour entrer dans l'action, c'est-à-dire à construire et mettre en commun le milieu objectif de la situation qui doit permettre aux élèves de développer des stratégies et d'agir sur le milieu matériel. Les élèves explorent ici les modes de traitement des solides imposés par la situation et l'enseignant s'assure qu'ils activent les connaissances nécessaires et idoines pour construire un rapport approprié à la situation. Ainsi, les enjeux et contraintes de la tâche sont explicités, l'enseignant rappelle explicitement la signification du terme face dont le concept occupe une place centrale dans l'activité et il précise la référence de mots problématiques, tels que le mot disque par exemple. Les concepts de carré, rectangle, triangle, polygones ne font pas l'objet de rappel puisque les élèves n'expriment pas le besoin de revenir sur ces concepts et l'enseignant ne les reconnaît pas comme problématiques. Ceux-ci font également partie du milieu objectif de la situation.

Notons enfin que la signification du terme de face vient d'être explicitée dans l'activité de reprise du débat par le biais de l'identification des objets qu'il désigne sur un pavé. De façon intuitive, il est probable que les élèves parviennent à élargir cette signification en reconnaissant comme faces les surfaces planes délimitant les polyèdres. Ils seront donc capables de compléter la partie du tableau relative aux solides dont « les faces sont des

polygones ». Cependant que désignent pour les élèves les faces d'un cône, d'un cylindre ou d'une sphère ? Sans la prise en compte de la question de l'extension du terme « face » aux solides qui ne sont pas des polyèdres, dont nous avons mentionné la nécessité dans l'analyse a priori de la situation (Partie 2, III.3.2.), les élèves risquent d'éprouver des difficultés à remplir la partie du tableau relative aux solides pour lesquels « il existe des faces qui ne sont pas des polygones ». Le milieu objectif permettant aux élèves d'entrer pleinement dans l'action n'est donc vraisemblablement pas complètement constitué.

Travail individuel, question du nombre de faces et de la nature de la face d'une sphère (222-251)

Au cours de cette phase de travail individuel, une élève, manipulant une sphère en plastique, pose la question de la nature de la face d'une sphère :

222. Christelle : Monsieur, c'est quoi la face pour une boule ?

L'enseignant soumet immédiatement le problème à l'ensemble de la classe, empruntant la sphère en plastique, et pose la question du nombre de faces que comporte une sphère. D'emblée, les élèves sont en désaccord :

224. E. : *Une.*

225. E. : *Aucune.*

226. E. : *Y'a deux disques.*

Un élève propose alors une méthode pour déterminer le nombre de faces d'un solide et affirme ainsi que la sphère ne comporte qu'une seule face :

227. E. : Si on la déplie, monsieur, ça fait une face.

L'enseignant reprend immédiatement les propos de l'élève et l'incite à préciser son explication :

228. P. : Toi, tu passes par le dépliage pour trouver le nombre de faces ?

403. P. : Qu'est-ce que tu entends par dépliage ?

Les élèves mentionnent alors spontanément le mot de patron (232) et l'enseignant reformule la méthode de l'élève :

235. P. : En fait, tu fais un patron pour voir après le nombre de faces.

La classe adopte la méthode proposée et l'ensemble des élèves s'accorde maintenant à dire que la sphère ne possède qu'une seule face. L'enseignant valide cette réponse :

241. P. : Tu imagines le pliage. Pour l'instant, on ne le fait pas. Si on déplie, on obtient un patron. Le patron nous sert à construire un solide. Je n'ai pas encore la réponse ... Il y a combien de faces, ici ?

242. E. : Une.

243. P. : Une. Il y a une face.

Plus encore, un élève affirme que pour lui, il faut placer la sphère parmi les solides qui "ont des faces qui ne sont pas des polygones". Un élève lui donne raison en expliquant que la face d'une sphère n'est pas une figure plane. L'enseignant valide cette affirmation et soumet la question à l'ensemble de la classe :

249. P. : (...) Alors, pourquoi, si je la déplie, ce n'est pas un polygone ?

Une élève apporte alors la réponse que l'enseignant semblait attendre :

250. E. : Ben, parce qu'il n'y a pas de côté ... Ça va faire un rond.

L'enseignant valide en reprenant les mots de l'élève et clôt la discussion en ouvrant la phase de correction collective.

Nous le disions lors du paragraphe précédent, le milieu objectif constitué lors de l'explicitation de la consigne et de la mise à l'essai des perspective d'action sur les solides avaient éludé une question importante et loin d'être triviale : la signification du terme « face » lorsqu'il est employé pour parler de solides qui ne sont pas des polyèdres. Cette difficulté n'avait pas été prise en compte lors de la phase précédente et émerge de façon logique ici puisque les élèves n'ont pas les moyens d'agir dans la situation.

L'analyse du savoir en jeu (Partie 2, II.3.3.) nous a permis d'établir que, usuellement³⁰, dans la théorie des convexes, les termes arête et face ne sont utilisés qu'à propos des polyèdres. Toutefois, dans le cadre scolaire, certaines activités peuvent nécessiter un terme ayant un caractère générique pour désigner les « parties » identifiables des frontières des solides. Le mot face est alors commode car il a une signification intuitive : sur un solide le passage d'une face à l'autre en glissant sur la surface marque une discontinuité perceptive au passage d'une arête. Une telle rupture marque le passage d'une base du cône ou du cylindre à sa « face arrondie ». Le champ d'application du mot « face » est alors parfois étendu à des solides qui ne sont pas des polyèdres, comme c'est le cas ici. Toutefois, les mathématiques scolaires n'ont pas stabilisé cette signification du mot face, commode à l'école élémentaire mais sans référence dans l'usage savant.

³⁰ Nous prenons l'ouvrage de Berger (1978) comme référence.

Forts de cette extension de l'usage du terme « face » à des solides qui ne sont pas des polyèdres et de la construction collective d'une méthode permettant de déterminer le nombre de faces de tout solide (méthode de « dépliage »), les élèves ont maintenant en main tous les outils nécessaires pour agir de façon adéquate sur la situation.

Par ailleurs, nous nous devons de préciser ici que le disque ne désigne pas un cercle mais une surface dont la frontière est un cercle et que la face, si l'on accepte cette dénomination, d'une sphère n'est pas un disque (appelé rond ici) mais une surface non plane.

Correction collective (251-289)

La correction de l'activité s'effectue à l'oral. L'enseignant interroge un à un les élèves qui proposent à tour de rôle le nombre et la nature des faces de chacun des solides dessinés. Il est alors établi que :

- Le prisme droit à base triangulaire admet cinq faces : 3 rectangles et 2 triangles
- Le prisme droit à base hexagonale admet 8 faces : 6 rectangles et 2 "autres polygones"
- Le cylindre admet 2 faces : 2 disques et une "autre"
- Le cube admet 6 faces carrées
- Le cône admet 2 faces : un disque et un "autre"
- Le prisme droit à base pentagonale admet 7 faces : 2 rectangles, 3 carrés et 2 "autres polygones"
- La pyramide à base carrée admet 5 faces : 1 carré et 4 triangles.
- La sphère admet une face.

Les solides ne sont que rarement nommés mais sont désignés par les lettres qui leur sont assignées. L'enseignant incite tout de même les élèves à rappeler certains termes du vocabulaire élémentaire de la géométrie des solides : "cube", "pavé", "cône", "sphère" (267, 269, 275, 287).

La correction orale est rapide et seul le cylindre fait l'objet d'une brève explication afin de corriger une élève qui ne lui avait associé que 2 faces :

258. P. : Tu en avais mis combien ?

259. E. : Deux.

260. P. : Lorsque tu déplies le cylindre ... tu obtiens quoi ? (Il enrôle un rectangle en papier et le déplie.)

261. E. : Un rectangle.

262. P. : Oui, un rectangle.

Une fois encore, le nombre et la nature des faces sont déterminés grâce à la méthode qui consiste à "déplier" les solides pour en étudier le patron.

Une fois la correction terminée, l'enseignant ramasse les feuilles remplies par les élèves et marque la fin de la séance (289).

Conformément à l'analyse a priori de la situation (Partie 2, III.3.), la description du déroulement effectif montre que les possibilités de rétroaction du milieu induites par la situation sont minces et que les élèves n'ont pas de réel moyen de valider de façon interne leurs productions. La validation passe donc par une mise en commun critique des résultats de chacun, dans un débat collectif. Lors de désaccord, l'enseignant vérifie avec les élèves le résultat obtenu par la méthode de dépliage, qui est alors validée comme stratégie de résolution fiable. Si les élèves ont déterminé le nombre de faces de solides en les dénombrant directement sur la représentation des solides en perspective cavalière, cette méthode peut constituer une méthode de vérification et de validation des solutions. On peut toutefois imaginer que les élèves ont adopté cette méthode comme stratégie de résolution pour dénombrer les faces du cylindre, du cône ou de la sphère, qui sont plus difficiles à visualiser. Dans ce cas, la méthode de dépliage ne peut constituer une méthode de validation. Celle-ci doit passer par la confrontation des résultats, voire par la prise en charge d'une validation externe par l'enseignant.

A l'issue de cette phase de validation, le milieu de référence est constitué : il est composé du tableau dûment rempli, recensant le nombre et la nature des faces des solides dessinés en perspective cavalière figurant sur la fiche.

En incitant les élèves à désigner les solides par le nom du concept auquel chacun peut être rattaché (cube, pavé, du cylindre, cône, sphère...), l'enseignant participe à la construction du milieu d'apprentissage qui étend les descriptions construites à tout élément des concepts respectivement reconnus : il est implicitement établi que tous les cubes possèdent six faces carrées, tous les pavés possèdent six faces rectangulaires, tous les cylindre possèdent trois faces dont deux disques et un rectangle, tous les cônes possèdent deux faces dont un disque et une « autre face non polygonale », toute les sphères possèdent une face, etc. Nous insistons cependant sur le caractère implicite de cette extension des propriétés d'un élément particulier (mais quelconque) du concept à tous les éléments du même concept. Comme c'est souvent le cas en classe de géométrie, ce travail n'est pas pris en charge par l'enseignant, il est pourtant loin d'être trivial et constitue le siège des processus d'apprentissage pour la tâche de description de solides-type : outre l'utilisation idoine du concept de face et de sa signification conforme au contexte de la géométrie dans une tâche de description concrète, l'enjeu de la

situation n'est-il pas de dépasser l'identification des neuf solides dessinés pour établir une caractérisation de tous les cubes, pavés, cylindre, cône, sphère et autres en termes de nombre et de nature de faces ?

Si l'on considère cette fois la tâche consistant à établir les significations des termes du vocabulaire convoqué dans le contexte spécifique de la géométrie, la situation de description de solides proposée ici permet aux élèves de mettre en œuvre de façon pratique la signification spécifique du terme « face » qui a été établie lors de la reprise du débat, au début de la séance. La connaissance en jeu n'est plus problématique pour les élèves lorsqu'il s'agit de polyèdres. La situation a permis de clarifier la question de l'extension de l'emploi de ce terme à des solides qui ne sont pas des polyèdres.

TROISIÈME PARTIE : ANALYSE DU DISPOSITIF EN TERMES DE JEUX DE LANGAGE (ÉTUDE DES MODALITÉS DE CONSTRUCTION ET DE RÉOLUTION DE PARADOXES SÉMANTIQUES POUR L'ÉLABORATION D'UN VOCABULAIRE DE GÉOMÉTRIE SPÉCIFIQUE ET PARTAGÉ)

La Partie 2 de notre thèse avait pour but de mener à bien une présentation que nous avons voulue conséquente du dispositif d'Atelier de géométrie, objet de notre étude. Pour ce faire, nous avons présenté le dispositif tel qu'il a été conçu par l'enseignant avec lequel nous avons collaboré, mis en rapport ses objectifs mathématiques et communicationnels avec les Instructions Officiels propres au cycle 3, analysé les savoirs en jeu d'un point de vue mathématique et les difficultés inhérentes aux objets de savoirs en jeu dans l'Atelier. Dans le but de décrire et de comprendre la façon dont les élèves étaient susceptibles d'agir dans les situations proposées par l'Atelier, d'interagir avec les objets de la situation et de construire, dans l'interaction avec la classe et l'enseignant et à partir de connaissances supposées acquises, les nouvelles connaissances visées par le dispositif, nous avons ensuite développé une analyse a priori de la situation en termes de structuration du milieu. Nous avons enfin décrit le déroulement effectif de l'Atelier en insistant sur les écarts observés entre le déroulement prévu par l'enseignant puis par son analyse a priori et les séances de l'Atelier telles que nous les avons observées en classe. Rappelons que la particularité essentielle de ce dispositif réside dans la volonté déclarée de l'enseignant de faire de ce dispositif un moment d'expression et d'échange à la fois riche et original. Nous avons alors pu constater que les activités proposées par l'Atelier ont principalement mis en lumière la difficulté des élèves à utiliser de façon opératoire en situation de classement puis de description de solides certains termes de ce que nous appellerons le vocabulaire élémentaire³¹ de la géométrie, à savoir les termes « forme », « côté », « polygone » voire « face » et « arête ». Une première lecture du déroulement effectif de l'Atelier nous amène en effet au constat suivant : le vocabulaire de la géométrie des solides convoqué à l'école élémentaire fait un usage spécifique de mots d'usage courant en leur assignant des sens particuliers. L'emploi de ces mots, sur lesquels les élèves ont déjà des connaissances et dont ils pensent connaître la signification, semblent engendrer

³¹ Nous avons conscience que cette dénomination peut paraître abusive (que signifie « élémentaire » ici ?). Nous souhaitons convenir avec le lecteur que cette dénomination ne constitue qu'une facilité de langage, le terme « élémentaire » ne vise ici qu'à exprimer le caractère limité des termes en jeu et le fait que ce vocabulaire constitue pour les élèves les premiers éléments du langage spécifique à la géométrie.

de pernicious malentendus en situation, entravant l'accès des élèves aux objets de savoir du dispositif. Comme le présageaient les travaux évoqués dans le cadre conceptuel (Partie 1, II.2.1), la mésentente des règles d'usage propres à une forme de vie nous paraît entraîner dans le dispositif de l'Atelier observé l'incompréhension, voire, de façon plus grave, une première fausse compréhension dont on ne sait pas qu'elle existe. Cependant, une des richesses de l'Atelier est justement d'avoir finalement permis aux élèves et à l'enseignant de mettre à jour ce phénomène, qui n'avait été anticipé ni par l'enseignant, ni par l'analyse a priori et qui, de façon générale, n'est pas pris en compte dans les Instructions Officielles de l'école élémentaire. De façon originale³², l'enseignant a donc pris en compte cette difficulté et modifié le déroulement prévu de l'Atelier pour mettre en place, lors de la deuxième séance, un travail sur le sens du lexique utilisé et le caractère spécifique du vocabulaire de la géométrie, permettant ainsi une compréhension partagée et opératoire des objets étudiés.

Souhaitant centrer notre recherche sur ce phénomène et le processus d'élucidation de paradoxes sémantiques qu'il a engendré dans l'Atelier, nous proposons maintenant de développer une analyse des interactions langagières observées en référence aux cadres théoriques de la sémantique logique présentés dans la Partie 1, II.2. Notre but est ici de comprendre l'origine du caractère problématique du vocabulaire de la géométrie en jeu et la façon dont l'enseignant et les élèves sont parvenus à dépasser ces difficultés dans l'Atelier.

Si les travaux de recherche en didactique des mathématiques intègrent depuis longtemps un questionnement sur la langue, nous citerons par exemple les travaux de Duval (1993, 1995, 1996, 2004), les travaux intégrant les outils de la sémantique logique pour une étude des interactions langagières en classe de mathématique ne sont encore que peu nombreux³³. Explorant les possibilités de l'apport des cadres conceptuels de la sémantique logique dans l'analyse des interactions langagières en classe de mathématiques, nous élaborons donc notre propre méthodologie d'étude :

Dans le but de saisir l'origine des difficultés rencontrées par les élèves à manipuler de façon opératoire le vocabulaire élémentaire de la géométrie dans le dispositif, nous mettrons

³² L'analyse de l'action de l'enseignant en situation fait l'objet de la partie 4 de cette thèse.

³³ Outre les travaux de J.L. Héraud (2005, 2006) et l'ouvrage collectif Durand-Guerrier V, Héraud J. L., Tisseron C. (coord.) (2006), évoqués en Partie 1.II, qui mettent en relation sémantique logique et didactique des sciences, nous mentionnerons les travaux de V. Durand-Guerrier & T. Dias (2005), V. Durand-Guerrier (2006), C. Tisseron (2005), ainsi que les travaux présentés dans les journées d'études, « Interactions verbales, didactiques et apprentissage », qui se sont déroulées à l'IUFM de Lyon en mai 2005 et dont l'objectif était de mettre en perspective plusieurs approches de l'analyse des interactions verbales dans un contexte didactique.

d'abord à jour les paradoxes sémantiques sous-jacents à l'utilisation des termes « forme », « côté », « polygone » par les élèves dans les jeux de langage de l'Atelier (Partie 3, I.).

Conformément aux cadres conceptuels de la sémantique logique proposés à la fois par la théorie des *jeux de langage* de Wittgenstein et la thèse de *l'indétermination de la traduction* de Quine (Partie 1, II.3), nous partons du principe selon lequel la géométrie constitue un ensemble linguistique spécifique révélant une façon particulière de voir le monde. L'apprentissage des savoirs géométriques en jeu dans l'Atelier suppose ainsi d'utiliser des mots en déplaçant leur sens lorsqu'ils se réfèrent au réel d'une nouvelle façon, à une « manière de voir » spécifique à la géométrie. Dans un second temps (Partie 3, II), nous illustrerons les modalités de ce processus dans l'Atelier en décrivant la façon dont les élèves sont confrontés et prennent conscience des ambiguïtés référentielles sous-jacentes à leurs discours et les dépassent dans les jeux de langage observés. Comme nous l'avions annoncé dans la présentation des cadres conceptuels de la sémantique logique (Partie 1, II.2.4), nous étudierons ainsi dans quelle mesure le maniement de jeux de langage en classe permet de mettre à jour le caractère contextuel de la référence de termes, surtout lorsqu'il s'agit de termes déjà connus par les élèves et dont ils pensent disposer de significations, et d'identifier l'usage des mots dans un cadre particulier tel que celui de la géométrie.

I. LE VOCABULAIRE ÉLÉMENTAIRE DE LA GÉOMÉTRIE : UNE SOURCE DE PARADOXES SÉMANTIQUES DANS L'ATELIER DE GÉOMÉTRIE

Partant du constat³⁴ que les difficultés rencontrées par les élèves à utiliser de façon opératoire le vocabulaire élémentaire de la géométrie dans les activités proposées par l'Atelier ont leur source dans les ambiguïtés référentielles générées par les mots en jeu dans les jeux de langage, nous proposons dans un premier temps de saisir la nature et l'origine de ces difficultés en identifiant les différentes significations assignées par les élèves à ces mots dans les activités. Pour ce faire, nous nous sommes attachés à cibler les occurrences de trois mots dont l'emploi s'avère problématique en situation : « forme », « côté », « polygone ». Pour chacun de ces mots, nous avons choisi de recenser leurs occurrences de façon linéaire dans l'activité de classement d'emballages dans le cadre d'un inventaire, dans l'activité de mise en relation de solides représentés dans des différents registres de représentation (première

³⁴ Ce constat s'appuie sur l'observation de la nécessité ressentie par l'enseignant d'intégrer au déroulement prévu de l'Atelier une séance consacrée au travail autour du lexique en jeu (séance 2).

séance) puis dans les jeux de langage portant sur les significations des termes « forme », « polygone », « côté », voire « face » et « arête », initiés par la question de la référence du terme « polygone » en géométrie, qui ont eu lieu lors de la deuxième séance (se référer à la description du déroulement effectif du dispositif, Partie 3, I). Nous verrons dans le paragraphe suivant (Partie 3, II.4) que la reprise des débats par l'enseignant dans la troisième séance occupe une place particulière dans le travail d'élucidation des usages des termes en géométrie qui nous intéresse ici (l'enseignant y reprend et fixe les significations idoines des termes en jeu dans le cadre spécifique de la géométrie) ; c'est pourquoi nous n'intégrons pas cette activité dans l'analyse proposée dans ce paragraphe.

Les numéros figurant devant les citations correspondent aux numéros des lignes dans la transcription des séances (annexes 1 et 2). Cette numérotation permet de rendre compte de l'agencement temporel réel des occurrences évoquées.

I.1. Le mot « forme »

Le mot « forme » occupe une place particulière dans cette analyse puisqu'il n'appartient pas *stricto sensu* au vocabulaire spécifique de la géométrie, au regard des usages scientifiques. Une lecture attentive des Instructions Officielles relatives au cycle 3³⁵ nous conduit à constater que ce terme ne figure pas non plus dans les usages scolaires à ce niveau : conformément aux usages scientifiques, les objets du plan y sont désignés par l'expression « figures planes », les objets de l'espace y sont appelés « solides », les figures planes délimitant les cubes et parallélépipèdes rectangles (seuls solides visés par l'enseignement de la géométrie en cycle 3) y sont dénommées « faces ». Nous retrouvons toutefois quelques occurrences du mot « forme » dans les textes officiels des programmes de géométrie de cycle 2 (Ministère de l'Éducation Nationale, 2002c) où figurent des expressions telles que « l'approche de formes géométriques » (p.13), « la forme des faces » (p.27), sans que le terme n'appartienne au vocabulaire visé par les enseignements. Il paraît alors concevable que le terme « forme » figure de façon spontanée dans le discours des élèves. Et, en effet, le déroulement effectif du dispositif nous montre qu'il occupe même une place centrale dans les activités de classement et de mise en relation de solides représentés dans différents registres de représentation puisqu'il est reconnu par les élèves comme premier critère de classement. Plus l'analyse des significations rattachées à ce terme par les discours dans les jeux de langage nous révélera que ce terme est sans doute à l'origine de malentendus quant à la

³⁵ Ministère de l'Éducation Nationale, 2002b,

signification du terme polygone dans l' « Atelier ». Nous choisissons donc d'inclure ce terme à notre présente analyse. Nous proposons donc à présent de recenser les occurrences du mot forme dans les jeux de langage observés, puis, par une analyse du contexte de son emploi, identifier et mettre en regard les significations qui lui sont rattachées.

Dans l'activité de classement d'emballages dans le cadre d'un inventaire (séance 1, 1 à 230)

Le terme « forme » apparaît pour la première fois dans le discours interactionnel dans la bouche d'un élève qui, dès le début de la phase d'explicitation de perspectives d'action dans la tâche de classement, s'oppose aux propositions d'élèves voulant classer les emballages en fonction de leurs contenus, conformément aux usages sociaux dans un contexte d'inventaire :

47. E. : Mais moi, Quentin, je trouve que c'est pas bien parce que la consigne c'est les classer avec la forme de l'emballage.

La « forme » réfère alors à une propriété caractérisant l'allure générale des solides de la situation. La forme constitue ici la dénomination d'un concept dont le sens ne peut être intelligible tant qu'il n'est pas exemplifié, c'est-à-dire rempli d'objets. Toutefois, les élèves ont déjà un certain nombre de connaissances relatives au mot « forme » dans son usage dans le langage courant. Plus encore, ceux-ci ont sans doute déjà rencontré ce terme dans le contexte de la géométrie, conformément aux Instructions Officielles du cycle 2. Pour l'élève, ce concept constitue une entrée dans une « manière de voir » qui se veut idoine à la géométrie : il ne s'agit pas de comprendre les objets de la situation comme des emballages de produits, objets familiers de la vie quotidienne dont les élèves ont de nombreuses connaissances sociales et culturelles, mais de prendre en compte la frontière des volumes qu'ils constituent dans l'espace. La signification de l'expression « forme des emballages » est reprise par l'enseignant sans que sa signification ne soit problématisée : l'ensemble de la classe semble saisir de quoi il s'agit, l'accord social est implicite. Le terme est ensuite repris par un élève qui l'associe à l'adjectif « géométrique » dans l'expression « formes géométriques » et qui commence à donner corps à ce concept en livrant des exemples de formes :

54. E. : Ben, moi, j'suis d'accord avec Damien parce que mettre le fromage avec le fromage, c'est pas les mêmes formes géométriques. Par exemple, « Le moine » est en rond, c'est en cercle et par exemple, la « crème » c'est ovale, alors si on met le fromage avec le fromage ça va pas aller parce que c'est pas les mêmes formes géométriques.

L'adjectif « géométrique » accentue l'opposition déclarée entre contenus et formes et la reconnaissance du concept de forme comme révélant une forme de vie pertinente en

géométrie. Toutefois, alors que la « forme » réfère, dans la première occurrence, à une propriété (encore floue) des solides, les exemples de différences de « formes géométriques » explicités par cet élève concernent des propriétés relatives aux figures planes constituées par leurs faces : implicitement, l'allure générale d'un solide est reconnue comme tributaire de l'allure générale des frontières de dimension 2 qui le compose. Le concept de « forme » est donc à la fois rempli par des objets en trois dimensions (« formes des emballages ») et des objets en deux dimensions (« cercle », « ovale »). L'usage de ce terme n'est d'abord pas remis en question par l'enseignant, qui souhaite sans doute laisser les élèves explorer la situation avec les outils qui leur sont familiers. Comme nous le montrerons dans la partie 4 de cette thèse, il souhaite laisser la situation valider ou infirmer les perspectives d'action proposées par les élèves, dans une interaction entre les élèves et le milieu. La question n'est donc pas ici de régler un usage précis du mot mais de laisser les élèves exprimer leur rapport aux objets avec les mots qu'ils ont à leur disposition.

Un élève propose ensuite de distinguer deux groupes de solides désignés par les expressions respectives « formes rondes », « formes carrées », confortant la tendance de la classe à assimiler implicitement aspect général des faces d'un solide et allure de ce solide : ce n'est pas le solide qui est rond (ou carré) mais certaines de ses faces. Comme précédemment, les échanges laissent cependant paraître une compréhension partagée de ces expressions, malgré l'imprécision de leur référence, c'est-à-dire des objets dont elles parlent. Les élèves sont dans une phase d'exploration visant à identifier des propriétés susceptibles de classer, la situation ne contraint donc pas pour l'instant les élèves à lever ces ambiguïtés : ceux-ci se contentent du mot « forme » compris comme concept référant à l'allure générale de la frontière d'un objet bi ou tridimensionnel dans l'espace. Pour pouvoir identifier l'allure générale d'un solide, le mot « forme » doit être rattaché à un adjectif permettant de caractériser certaines propriétés de la frontière de ses faces (ou surfaces frontières, lorsque le solide n'est pas un polyèdre). Dans la proposition de l'élève, deux adjectifs sont mis en opposition : « ronde » (qui signifie ici qu'il y a des faces dont la frontière est courbe) et « carrée » (toutes les faces sont des polygones). Suite à des contraintes de précision induites par la mise à l'essai de ces classes de solides dans le classement effectif des emballages, ces adjectifs sont ensuite modifiés en « rondes, qui n'ont pas de sommet » et « polygonales ». Encore une fois, ces adjectifs renvoient à des objets du plan mais visent ici à caractériser des objets de l'espace.

Bien que reconnu par les élèves comme « critère de classement » (81,82), c'est-à-dire élément à prendre en compte pour pouvoir classer les solides, et figurant dans la dénomination des classes de solides retenues (« formes rondes, toutes les formes qui n'ont pas sommet » et « formes polygonales »), le terme de « forme » désignera ainsi jusqu'à la fin de l'activité un concept relatif à l'aspect général aussi bien d'un solide que de ses faces. Pour les élèves, au terme de la première séance, ce mot semble donc appartenir à la fois au vocabulaire de la géométrie plane et à celui de la géométrie des solides. Toutefois, l'accord d'usage de ce terme se situe davantage dans le contexte du langage courant que dans le contexte spécifique de la géométrie. La suite de l'analyse nous montrera que cet usage non réglé du terme dans le contexte spécifique de la géométrie provoquera chez les élèves quelques malentendus, essentiellement sur l'interprétation de l'expression « formes polygonales ».

Dans l'activité de mise en relation de solides représentés dans divers registres de représentation (séance 1, 161-279)

Le terme « forme » apparaît naturellement dans l'activité de mise en relation de solides représentés dans divers registres de représentation, qui suit l'activité de classement des emballages dans la première séance de l'Atelier. Comme pour l'activité de classement, le terme de « forme » est utilisé par les élèves comme référant à l'aspect général d'un solide ou de ses faces. De façon logique au regard de l'activité précédente, ce concept est identifié comme critère permettant de comparer et de mettre en relation des solides.

Puis le terme de « forme » est placé au centre du questionnement des élèves sur le lien à établir entre la taille d'un solide et sa "forme" :

- 194 E. : Qu'il soit plus petit ou plus gros, ça ne change rien, ça change pas la forme
- 200. E. : La taille, c'est rien, pourvu que c'est la même forme. C'est toujours un rectangle.

Comme le terme « taille » qui renvoie ici à la taille d'un solide, le terme « forme » réfère d'abord ici à l'allure générale d'un solide.

Toutefois, l'enseignant, pour la première fois depuis l'ouverture de l'Atelier, ouvre la voie d'une réflexion sur le champ d'usage du terme et sur la nature des objets qu'il concerne :

- 210. P. : Alors, ce qui nous intéresse non, c'est la forme. La forme de quoi ?
- 211. E. : Ben, la forme des emballages
- 212. P. : Quoi, Manon ?
- 213. E. : En fait, c'est la forme des faces.

Pour l'enseignant, l'objectif de cette intervention est sans doute avant tout d'amener les élèves à recourir au terme « face », référant au concept sur lequel il axe les stratégies de

mise en relation de solides attendus. Mais du point de vue des significations du terme forme qui nous intéresse ici, cette intervention contribue également à délimiter le champ d'usage du mot dans les jeux de langage de l'activité et d'ouvrir les pistes d'un accord sur sa signification dans le contexte de l'activité, et de l'Atelier en général. Il est alors établi que le terme « forme » lorsqu'il est employé en parlant de solides se réfère en fait à l'allure des faces d'un solide. Cet usage fait apparaître les expressions « forme des emballages », « forme des solides » comme des abus de langage : la forme d'un solide est déterminé par la forme de ses faces. Le terme « forme » doit donc être mis en relation avec des objets du plan : les faces. Cet échange induit donc une limitation du champ d'usage du mot dans le contexte de l'activité.

Malgré cette première proposition d'accord d'usage dans le contexte de l'Atelier, l'extrême multiplicité des significations issues d'usage du langage courant et dont disposent les élèves génère rapidement la coexistence de significations divergentes dans leur discours—phénomène que l'on peut qualifier d'ambiguïté référentielle. Le terme forme est par exemple utilisé comme verbe dans l'intervention suivante :

215. E. : Ben, les faces, c'est ce qui le forme un peu.

Et certains élèves continuent à le mettre abusivement en relation avec des objets tridimensionnels :

223. E. : Moi, [pour classer] j'ai regardé les formes, leur taille et le nombre de côtés.

224. P. : D'accord. Alors, ceux qui n'ont pas fait avec les formes, comment vous vous y êtes pris ?

Ressentant sans doute la nécessité de revenir sur l'accord d'usage évoqué, mais dont tous les élèves ne semblent pas avoir tenu compte, et souhaitant revenir au concept de face, l'enseignant réitère alors son incitation à préciser l'usage du terme forme dans la situation :

231. P. : Moi, j'aimerais qu'on précise ce qu'on entend par « forme ». J'ai entendu parler de face tout à l'heure ... J'aimerais qu'on précise.

233. P. : C'est quoi pour toi la forme ?

Mais l'élève interrogé ne parvient pas à expliciter la signification qu'il confère au mot dans les échanges, il amène la réflexion collective à se pencher sur l'identification de critères de ressemblance. Son discours révèle alors qu'il éprouve des difficultés à appréhender l'allure des solides en prenant en compte la nature de ses faces, mode de traitement des solides attendu dans la situation. Il emploie d'ailleurs le mot forme pour parler de l'allure générale des solides comme pour parler de l'allure de ses faces :

234. E. : J'ai regardé les formes qui ressemblent à des carrés et des rectangles.

239. P. : Tu nous donnes un exemple de formes « presque pareilles » ?

240. E. : Euh ... Ben le D et le B [pyramides tronquées à base carrée], ce n'est pas pareil mais ça se rapproche un peu.

Cet usage subsiste d'ailleurs dans les jeux de langage jusqu'à la fin de l'activité, révélant ainsi que les objectifs de la situation n'ont pu être atteints :

275. P. : Bon, pour aujourd'hui, on va s'arrêter là. On récapitule. Pour classer nos formes, on a regardé quoi ?

276. E. : Ben déjà, la forme, la taille et le nombre de sommets.

Dans les jeux de langage sur les significations des termes du vocabulaire de géométrie en jeu dans les activités (séance 2)

Dès la phase de rappels ouvrant la deuxième séance, le mot "forme" s'impose de façon forte comme le critère ayant permis de classer et mettre en relation les solides de activités précédentes :

2. E. : On avait travaillé sur les solides, sur leur forme. Il fallait les classer.

16. P. : D'accord, il y avait les solides qui avaient des numéros... Mais qu'est-ce que vous avez utilisé comme critère, comme ressemblance pour les classer ?

17. E. : La forme.

Poursuivant le travail entrepris lors de la première séance, l'enseignant engage alors immédiatement les élèves à préciser les critères géométriques retenus (la nature des faces). Cette contrainte de précision se traduit dans le langage par une question visant à rappeler les règles d'usage du mot « forme » dans les échanges :

18. P. : La forme. Qu'est ce que t'entends par forme ?

19. E. : Euh... par exemple, un carré c'est une forme.

L'élève donne alors du sens au concept de « forme » en le rattachant à un objet du plan : le carré. Comme précédemment, les élèves assimilent forme d'un solide et forme de ses faces. Implicitement, la « forme » désigne une propriété des objets plans permettant de décrire les objets de l'espace. Malgré tout, certains élèves continuent à utiliser le mot "forme" pour désigner l'allure d'un solide ou le solide lui-même. Même l'enseignant, en utilisant l'expression "forme plane" semble laisser entendre qu'il existerait des formes "non planes", conformément à l'usage culturel du mot :

32. P. : (...) : Bastien, tu avais donné un nom qui était ... en forme plane.

Nous le voyons ici, la prégnance de significations d'usage du terme « forme » dans le langage courant génère indubitablement des ambiguïtés référentielles qui ont particulièrement du mal à être levées ici dans la mesure où le terme n'appartient pas au vocabulaire spécifique de la géométrie et ne possède donc pas de signification spécifique à ce contexte. L'existence

d'une telle signification, relative à un usage scientifique ou scolaire, faciliterait sans doute le travail engagé par l'enseignant quant à un accord dans le langage permettant à la classe de préciser ce dont on parle. Sans cette signification spécifique, le mot « forme » reste un mot « caméléon » référant parfois à une figure plane ou à une face de solides et parfois au solide lui-même. Sans accord sur un usage plus opératoire du mot dans la situation, il est ainsi difficile de saisir si le terme « forme » employé dans une proposition par un élève ou l'enseignant désigne un objet du plan ou de l'espace. Cette polysémie générera des malentendus dont les élèves et l'enseignant auront du mal à voir qu'ils existent. Ainsi, lorsque le concept de polygone est caractérisé comme une « forme qui a des côtés plats » (39), la forme désignant à la fois des objets du plan et de l'espace, à quelle classe d'objets doit-on rattacher les « polygones » ?

I. 2. Le mot « côté »

Dans l'activité de classement d'emballage dans le cadre d'un inventaire (séance 1, 1 à 230)

Plus encore que le mot « forme », « côté » est un terme dont les élèves connaissent une multitude de significations dans le langage courant et qu'ils emploient spontanément pour désigner des idées et objets très différents. Nous dirons que le mot « côté » revêt un phénomène de paradoxe sémantique fort. Ce phénomène apparaît immédiatement dans le discours des élèves qui utilisent d'abord le mot dans le contexte de l'activité de classement de solides pour exprimer la dualité du classement envisagé :

44. E. : Moi, je mettrais tout ce qui est alimentation d'un côté et tout ce qui est chimique de l'autre, parce que si...

59. E. : Ah, alors moi, je mettrais toutes les formes rondes d'un côté, toutes les formes carrées de l'autre.

Puis le mot est employé dans l'expression « côté plat » comme élément des solides qui n'appartiennent pas à la classe « formes rondes ». Sans que l'objet auquel se réfère le mot ne soit clairement défini, cette expression fait indiscutablement référence à une des figures planes (ou faces) délimitant certains solides :

102. E. : (...) ceux qui n'ont aucun côté plat.

103. P. : Ceux qui n'ont pas de sommet et de côté plat ?

104. E. : Mais c'est pas possible de ne pas avoir de côté plat !

105. E. : Ben si, le rond il n'a pas de côté plat [la balle].

117. E. : J'suis pas d'accord parce que « Le moine » [boîte de camembert] on a considéré que ça avait un côté plat, donc ça ne pourrait pas aller ni avec les formes rondes, ni avec les formes polygonales.

Cette signification propre au langage naturel et non conforme aux usages du mot dans le contexte de la géométrie s'impose de façon majeure dans toute l'activité de classement, sans qu'elle ne fasse l'objet d'un travail sur la spécificité du langage à employer dans le contexte de l'Atelier. Jusqu'à la fin du classement effectif des emballages et la mise à l'essai des classes « formes rondes » et « formes polygonales », le terme « côté » est en effet invariablement associé à l'adjectif « plat » dans l'expression « côté plat ». Comme pour le mot « forme », l'enseignant souhaite sans doute laisser les élèves explorer la situation avec leurs propres mots, en leur laissant exercer et éprouver leur mode de vision des objets. Il se cantonne à accompagner les élèves dans une construction de rapports idoines aux objets dans lesquels il les souhaite moteurs des modifications par interaction avec la situation et dans la confrontation des propositions entre pairs dans le dialogue interactionnel. Nous reviendrons sur ce point lors de l'analyse des gestes de l'enseignant (Partie 4).

Cet usage du terme « côté » ne semble pas d'abord générer de difficulté dans la mesure où cette signification est certes non adéquate au contexte de la géométrie mais est opératoire en situation puisque les élèves semblent en partager la référence. Cependant, au terme de l'activité de classement, un élève intervient pour exprimer sa difficulté à saisir les objets désignés par l'expression « forme polygonale ». Invités par l'enseignant à traduire cette expression (152), les élèves identifient avec peine ces objets comme des « formes qui ont six côtés » (154), se rattachant à l'étymologie du mot polygone, et associent le côté à « une forme plate » (156). Or si la caractérisation d'un polygone comme une figure plane délimitée par plusieurs côtés est juste au regard des usages scientifiques et scolaires admet ici une signification radicalement différente de celle qui lui était assignée par les élèves et par l'enseignant dans l'expression « côté plat ». L'enseignant ne clarifie pas ici cette ambiguïté référentielle relative au mot « côté » mais pointe l'incapacité des élèves à saisir le sens de l'expression et laisse la question en suspens. Les malentendus quand aux références du terme « côté » dans les jeux de langage de la situation commencent donc à se dessiner.

Dans l'activité de mise en relation de solides représentés dans divers registres de représentation (séance 1, 161-279)

Le mot « côté » est quasiment absent des jeux de langage de l'activité de mise en relation des solides représentés dans divers registres de représentation. Nous ne retrouvons que deux occurrences du mot dans la transcription de l'activité dont chacune peut faire l'objet

d'une double lecture suivant la référence du mot considérée : face, dans le langage courant, ou segment, selon la signification adéquate du mot dans le contexte de la géométrie. Toutefois, il paraît vraisemblable que le mot « côté » soit ici employé par les élèves dans un sens non conforme au cadre de la géométrie, en référence aux faces des solides :

223.E. : Moi, [pour comparer les solides] j'ai regardé les formes, leur taille et le nombre de côtés

230.E. : Oui, moi la ressemblance ... et puis la largeur des côtés.

Dans les jeux de langage sur les significations des termes du vocabulaire de géométrie en jeu dans les activités (séance 2)

Comme lors de la première séance de l'Atelier, les jeux de langage de la deuxième séance sont ponctués par de nombreux emplois du terme « côté » témoignant de la coexistence de significations divergentes du mot.

Le « côté » est d'abord utilisé par un élève lors de la réflexion sur le lien entre « taille » et « forme » d'un solide :

30. P. : Si on a une forme carrée, si on agrandit ses dimensions de la même mesure, la forme reste la même

31. E. : Oui mais enfin, si on n'agrandit qu'un seul côté, ça va pas...

Le terme désigne alors un segment délimitant une figure plane (« forme carrée »), conformément à son usage dans le cadre de la géométrie.

Mais le « côté » est ensuite une nouvelle fois associé à « plat » dans l'expression « côté plat », omniprésente dans l'activité de classement lors de la première séance. Interrogés par l'enseignant sur la définition de « polygone », les élèves identifient le concept comme référent à des « formes qui ont des côtés plats » (39). Or selon les significations accordées aux mots « forme » et « côté », cette proposition est une illustration exemplaire de phrase offrant une possibilité de double lecture : la forme désignant pour les élèves aussi bien un objet du plan que de l'espace, une « forme » ayant « des côtés plats » peut désigner un polyèdre, si le « côté » est interprété comme une face, ou un polygone, si le « côté » est interprété comme un segment.

L'enseignant, qui a ici pour objectif de lever les ambiguïtés référentielles des termes en jeu, ouvre un travail d'explicitation de la signification du terme « côté » qui est alors caractérisé comme « quelque chose qui ne peut pas rouler », sans que son appartenance à la géométrie plane ne soit explicitée:

40. P. : C'est quoi un côté ?

41. E. : Ben, c'est qui ne peut pas rouler.

Ce n'est qu'après la lecture de la définition de « polygone » figurant dans leurs cahiers que certains élèves explicitent enfin une référence du terme idoine au cadre de la géométrie en opposant le concept de « côté » à celui de « ligne courbe » :

97. E. : (...) les côtés c'est dans des droites et les lignes courbes c'est un petit peu le contraire.

Mais, déstabilisés par le changement de registre provoqué par l'enseignant qui invite un élève à dessiner un polygone au tableau, les élèves perdent rapidement de vue cette signification pour privilégier celle du langage courant dont ils sont imprégnés et qui renvoie à la notion de face. Celle-ci ressurgit dans le discours des élèves dès la modification du support de pensée :

132. E. : Non, non. Mais... faire le côté.

133. E. : En 3D! En relief ! En volume!

143. P. : [à propos du rectangle dessiné au tableau] Est-ce que tu as dessiné un polygone, c'est-à-dire avec la définition que Justine a donnée tout à l'heure ?

144. E. : Ah ben non, parce que là il n'y a pas de côtés.

Le terme « côté » n'a pas encore fait l'objet d'une définition spécifique dans le cadre de la géométrie, sans doute parce que l'enseignant ne mesure pas les ambiguïtés référentielles qu'il génère. Pour certains élèves, le « côté » bascule ainsi de façon forte dans le vocabulaire de la géométrie des solides :

146. E. : Par exemple, les côtés c'est ça par exemple (*il montre les faces du cube*).

153. E. : Les côtés c'est la largeur.

Toutefois, une élève s'érige contre cet usage du mot « côté » dans le cadre de la géométrie et s'efforce de faire valoir une signification du mot proche de celle de l'arête d'un solide :

166. E. : Ça c'est une face, c'est pas un côté !

Grâce au travail entrepris d'explicitation des références des termes en jeu, deux significations contradictoires du terme « côté » sont donc mises à jour et se confrontent, dans l'interaction entre pairs :

172. E. : Si ça c'est une face, ça c'est une face et ça aussi. C'est quoi des côtés ? (*Manon montre une arête sur la trousse de Loïc*).

174. E. : Non, ça c'est des arêtes.

176. E. : Mais, Monsieur, arête et côté c'est pas du tout pareil !

Les jeux de langage qui se construisent alors révèlent que la majorité des élèves sont d'abord enclins à reconnaître la signification usuelle du mot dans le langage courant et renvoyant à la notion de face et à rejeter la signification renvoyant aux segments délimitant

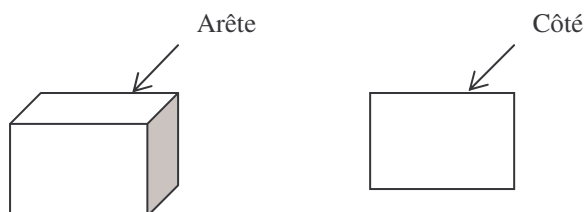
les faces des solides, surtout qu'ils connaissent déjà un terme désignant ces objets, le mot « arête » :

179. E. : Mais Manon elle dit que les arêtes c'est pareil que les côtés et c'est pas du tout pareil.
180. E. : Les arêtes c'est ce qui forme les côtés.
181. E. : Un côté c'est entre 2 arêtes. (...) Damien, t'as dit que les arêtes ça formait des côtés.
C'est grâce à eux qu'on distingue les côtés.

Le recours à des expressions du langage courant telles que « vue de face, vue de côté » (194) corrobore ensuite cette usage non conforme et laisse entendre que la signification du terme « face » peut être limitée à la figure plane se présentant devant l'observateur, le terme « côté » étant ainsi réservé aux autres faces des solides. Puis un élève propose de nommer « côté » les faces de plus petites dimensions :

198. E. : Ben, un côté ça a une plus petite épaisseur que la face.

Afin de relancer le débat, l'enseignant dessine au tableau et soumet aux observations des élèves la chose suivante :



C'est au cours des discussions que suscite cette figure qu'émerge pour la première fois une distinction entre le vocabulaire relatif aux figures planes et celui propre aux solides :

296. P. : Pourquoi je n'ai pas mis "arête" là ?
298. E. : Parce que c'est une figure plane.

Les élèves commencent alors à revenir sur la signification non conforme du mot « côté » qu'ils sont en train de construire et admettent que l'usage du terme « arête » est limité aux objets de la géométrie des solides. Néanmoins, certains d'entre eux ne se résolvent pas à conférer au mot "côté" une autre référence que l'objet face et proposent de nommer « droites » les segments délimitant les figures planes :

308. E: Alors moi tout à l'heure je m'étais trompé aussi. C'est que ici là sur la figure plane, il n'y a pas d'arête, c'est des droites.

Ces élèves reviennent alors à la définition du "côté" qu'ils avaient déjà évoquée lorsqu'il était question des photos vues en CE2 :

315. E. : Je pense que la face c'est toujours le côté qu'il y a devant nous

Mais tous les élèves ne se rallient pas à cette signification. Construisant des propositions d'usage du terme dans le langage par opposition aux propositions du « camp

adverse », les élèves adeptes d'un usage du mot « côté » proche de celui de l'arête d'un solide (dont la référence ne s'avère pas problématique) affinent leur signification du mot en limitant son champ d'application :

319. E. : (...) je pense que dans le solide, on appelle les arêtes les bords et sur la figure plane, on appelle ça les côtés.

Les élèves s'opposent et se contredisent, sans parvenir à se départager. L'un d'entre eux prend alors pour exemple le mur de la classe. Se rattachant aux expressions de la vie courante, il considère le mur comme une figure plane et explique que le bord du mur ne peut être que le « côté » du mur. Il existerait donc des côtés dans une figure plane...

L'enseignant choisit alors de récapituler les positions de chacun à l'aide d'un cube en carton dont une face est évidée. Deux usages s'opposent :

- Selon le premier, le côté est une face, la face étant le côté se présentant de front lorsque l'on regarde le solide. Pour certains, on appelle "arête" les segments délimitant une figure plane ; d'autres différencient le vocabulaire relatif aux figures planes et celui propre aux solides et nomment ces segments "droites". Ces élèves s'appuient sur les expressions de la vie courante : vue de face, vue de côté, être de face.

- Selon le second il n'y a pas de côté dans les solides. Les "côtés" désignent uniquement ces segments délimitant les figures planes. Ces élèves critiquent vivement l'hypothèse selon laquelle le même objet changerait de nom selon l'orientation du solide, ou celle de l'observateur. Ils différencient de façon claire le vocabulaire de géométrie plane et celui de la géométrie des solides. Néanmoins, l'usage du mot « côté » dans le langage courant évoqué par l'autre partie ne semble pas leur donner raison.

I.3. Le mot « polygone » et l'expression « forme polygonale »

Dans les échanges, les élèves et l'enseignant utilisent indifféremment le terme « polygone » ou l'expression « forme polygonale » pour désigner le même concept géométrique. Nous confondrons comme eux ces deux expressions afin d'analyser la manière dont ce concept se dessine et se construit dans les jeux de langage de la situation.

Dans l'activité de classement d'emballages dans le cadre d'un inventaire (séance 1, 1 à 230)

Alors que les termes « forme » et « côté » étaient apparus dans les jeux de langage sur l'initiative des élèves, le terme polygone, ou plus précisément polygonale, émerge dans les

échanges sous la pression de l'enseignant qui, sans doute pressé par le temps, souhaite accélérer le temps didactique afin de parvenir rapidement à l'élaboration de la seconde classe de solides. L'enseignant, qui vise l'expression « forme polygonale », pousse alors les élèves à identifier un concept géométrique qui inclurait tous les solides n'appartenant pas à la classe « formes rondes, formes qui n'ont pas de sommet » :

110. P. : Comment ça s'appelle, cette catégorie ? J'entends les carrés, les rectangles, les trapèzes...

Les élèves tentent d'identifier le terme attendu par l'enseignant et proposent à la volée quelques expressions dont le terme « polygone » que l'enseignant saisit immédiatement. Mais celui-ci ne se contente pas de reprendre *stricto sensu* le terme « polygone » et, en image à la dénomination de la première classe de solides nommée « forme rondes », lui préfère l'expression « forme polygonale ». Il guide donc largement les élèves vers cette expression et l'institue aussitôt prononcée :

112. P. : Donc, tu as parlé de polygones, oui...les formes poly...

113. E. : polygonales.

114. P. : Les formes polygonales, oui. (Il l'écrit dans la 2^{ème} colonne.)

Le champ sémantique des termes géométriques « polygone » et « formes rondes » du jeu de langage en construction se délimite par leur capacité à permettre un classement. Cependant, cette délimitation s'opère de façon différente : le maître induit le terme « polygonal » alors que l'extension de « forme ronde » est délimitée par les élèves pour avancer dans le classement. On a ici un exemple de la façon dont les critères se construisent par l'expérimentation de leur capacité à « permettre de classer ». La validation de ces critères est inhérente à leur caractère opératoire dans la situation.

Le concept de « polygone » ayant fait l'objet d'une leçon passée, l'enseignant n'engage pas de travail sur la signification du terme qu'il ne juge pas problématique et invite les élèves à opérer au classement effectif des emballages de la situation selon les classes maintenant identifiées. Toutefois, le mode de gestion de l'enseignant laisse une large place à la libre expression des élèves et un élève remet explicitement en cause cette dénomination lors de la mise à l'essai de ces critères de classement. Il révèle sa difficulté à identifier de façon précise la nature des objets entrant dans la catégorie « forme polygonale » :

151. E. : Ça va pas, monsieur, formes polygonales ... puisque « polygonale » c'est différentes formes ... enfin, des formes qui ont plusieurs...

L'enseignant renvoie alors à la classe la question de la signification de l'expression en incitant les élèves à expliciter sa référence dans le contexte :

152. P. : Qu'est ce que ça veut dire « polygonale » ?

Mais les propositions des élèves révèlent qu'ils sont loin de posséder une signification partagée de ce terme. Ils énoncent quelques propositions rattachant le terme au mot « côté » qu'ils assimilent, nous l'avons vu dans le paragraphe précédent, à l'expression « formes plates » :

153. E. : C'est des formes qui ont six côtés.

154. E. : C'est tous ceux qui ont des côtés, y'a pas de nombre limite.

156. E. : Ça a des formes plates.

L'enseignant laisse la question en suspens, soulignant tout de même explicitement la difficulté soulevée et signifiant implicitement que les propositions des élèves ne sont pas en accord avec ses attentes:

161. P : Vous ne savez plus ce que c'est qu'un polygone alors ...

Gestionnaire du temps, il clôt l'activité pour engager les élèves dans l'activité de mise en relation de solides.

Dans l'activité de mise en relation de solides représentés dans divers registres de représentation (séance 1, 161-279)

Le terme de polygone ou l'expression « forme polygonale » ne sont à aucun moment évoqués dans les jeux de langage de cette activité.

Au terme de la première séance, les élèves ne disposent donc pas d'une signification de « polygone » leur permettant d'identifier les propriétés caractérisant l'appartenance d'un objet à ce concept. Plus encore, le concept est jusqu'alors indifféremment nommé « polygone » ou « forme polygonale » et l'on a montré dans le paragraphe précédent l'ambiguïté référentielle relative au terme « forme ».

Dans les jeux de langage sur les significations des termes du vocabulaire de géométrie en jeu dans les activités (séance 2)

Ayant laissé la question de la signification du terme « polygone » (et de l'expression « forme polygonale ») en suspens à l'issue de la première séance, l'enseignant ouvre la phase de rappel avec la volonté de faire émerger ce mot dans le dialogue interactif de la classe et d'engager ainsi les élèves sur un travail d'élucidation de sa référence, visant ainsi à donner du sens au concept. Rappelons que ce travail répond à la question qu'un élève a soulevée à la fin de l'activité de classement d'emballages et qu'il n'avait pas été prévu dans le déroulement effectif de l'Atelier. Toutefois, l'enseignant souhaite engager les élèves dans l'activité de

description des solides par le biais de la fiche 3 (annexe 3) sur laquelle figure un tableau différenciant les solides dont « toutes les faces sont des polygones » et les solides sur lesquels « il existe des faces qui ne sont pas des polygones ». Il ne peut donc ne pas prendre en compte la difficulté exprimée des élèves à saisir la nature des objets relevant du concept de polygone. Il décide donc d'ouvrir sur un travail de rappels de la définition du terme, définition qui a fait l'objet d'une leçon de mathématiques quelques semaines auparavant.

Dans un premier temps, l'enjeu de la phase de rappels consiste donc pour l'enseignant à guider les élèves vers la formulation du mot polygone. Puis, dès la formulation du terme, l'enseignant engage les élèves à expliciter une définition susceptible de leur permettre de saisir des propriétés caractéristiques leur permettant de « remplir » ce concept par des objets de la situation:

- 32. P. : Bastien, tu avais donné un nom qui était ... en forme plane
- 33. E. : Polygone
- 34. P. : Oui, il y avait polygone, c'est exact

- 36. P. : Qui est-ce qui se rappelle de la définition d'un polygone ?

Le concept de « polygone » est donc pour l'instant reconnu et présenté comme une famille d'objets plans. Le cadre de définition du concept semble donc fixé : les objets qui le remplissent sont des éléments de géométrie plane. Néanmoins, les élèves, victimes de l'ambiguïté référentielle relative au terme « forme » qu'ils utilisent, glissent rapidement du plan à l'espace :

- 39. E. : Déjà, c'est une forme qui a des côtés plats.
- 40. P. : C'est quoi un côté ?
- 41. E. : Ben, c'est ce qui ne peut pas rouler.
- 43. E. : Monsieur, c'est un objet où il y a des sommets.

Bien que l'enseignant mette implicitement en opposition arête, sommet (éléments de l'espace) et polygone, certains élèves basculent ainsi d'emblée dans l'espace :

- 44. P. : (...) : On parle de sommets ou de polygone ?
- 47. P. : Alors on avait parlé de sommets et d'arêtes, mais là on en est à polygone.

- 52. E. : Un polygone, c'est une forme avec des arêtes.
- 54. E. : C'est ce qui a des sommets, des arêtes et puis un autre nom.

Ces élèves sont non seulement induits en erreur par l'emploi du mot forme, mais, se rattachant à l'étymologie du mot, ils associent également le terme polygone au terme côté dont, nous l'avons vu, une des significations d'usage dans le langage courant réfère à des objets de l'espace alors que sa signification spécifique dans le cadre de la géométrie renvoie à des objets du plan. Ne disposant pas de significations précises et délimitées des mots dans le

cadre de la géométrie, les élèves interprètent d'abord les termes apparaissant dans le dialogue dans un langage qui leur est familier et prennent donc en compte les significations qu'ils attachent aux mots dans le langage courant, construisant ainsi par déduction une signification du terme « polygone » non conforme aux usages. Or les termes en jeu dans les jeux de langage pouvant être interprétés de manière radicalement différentes en fonction du contexte dans lequel on se place, un phénomène de paradoxe sémantique se développe rapidement, chaque partie interprétant les propositions du jeu de langage dans son cadre de pensée et ne s'apercevant pas des malentendus :

- 53. E. : Formes polygonales, c'est...
- 58. E. : ...où il y a plusieurs formes.
- 59. E. : C'est les formes qui ont des sommets.
- 60. P. : Les formes qui ont des sommets.

Pour les élèves, le mot "forme" désigne ici les figures planes. Une forme polygonale s'avèrerait alors être un objet géométrique composé de plusieurs « formes », c'est-à-dire de plusieurs faces,...ce ne pourrait être qu'un solide. Le polygone devient ainsi *un solide qui a des sommets*, par opposition aux « formes arrondies » qui constituaient la seconde classe de solides dans le tri de la première séance. Notons que le mot « forme » désignait alors les solides eux-mêmes ! L'enseignant, qui ne peut certainement prendre pleinement conscience des malentendus sous-jacents aux échanges, laisse les jeux de langage se développer.

Une élève décide alors de regarder la définition du polygone écrite au début de l'année dans son cahier. L'enseignant lui demande de la lire à l'ensemble de la classe.

- 63. E. : Polygone. C'est une figure géométrique délimitée par une ligne polygonale (brisée, fermée).

La lecture de la consigne représente un apport essentiel d'information dans le milieu des élèves au regard du travail d'élucidation de la signification du terme polygone dans le contexte de la géométrie. Cependant, cette définition constitue une proposition formulée dans le langage spécifique de la géométrie. La compréhension et l'apprentissage de ce langage par élèves passent alors nécessairement par une traduction de la proposition dans un langage qui leur est familier, conformément à l'idée de traduction « at home » proposée par Quine (voir cadre théorique, Partie 1, II.2.3). L'enseignant demande donc aux élèves de reformuler cette définition, c'est-à-dire de proposer des traductions de la proposition qui vient d'être lue :

- 64. P. : Bien, pour en revenir à la définition, un polygone, c'est quoi alors ?

Le polygone est alors reconnu par les élèves comme une « forme » (67) délimitée par une « ligne brisée et fermée » (65) dont ils saisissent le sens en faisant appel à des images de

l'espace sensible : un « circuit électrique » (70), des « montagnes qu'on voit à l'horizon » (91). Un élève précise même explicitement qu'il s'agit d'une « figure plane » (71), que l'enseignant met immédiatement en opposition avec le concept de solide :

- 71. E. : Monsieur, c'est une figure plane.
- 72. P. : Oui, d'accord. Qu'est-ce que ça veut dire figure plane ? Est-ce que c'est la même chose que les solides ?
- 73. E. : Non, plat ça veut dire que c'est à deux dimensions.
- 74. E. : Les solides, c'est ça par exemple (*il montre une boîte en carton*)

Sous la pression de l'enseignant, les élèves viennent à caractériser les objets de référence du concept de polygone comme des « figures » délimitées par des « côtés », ceux-ci étant identifiés comme parties de « droites » :

- 86. P. Bien. Il faut qu'on arrive à définir cette notion de polygone puisque le prochain travail ça va être un classement à partir des polygones, des formes polygonales qui ne sont pas.... Alors, pour l'instant, je la sens encore un peu floue cette notion de forme polygonale.
- 94. P. : (...) Alors, la définition du polygone c'est quand même une figure fermée. Poly plusieurs, gone côté ; D'accord ? Est-ce que rentre ici la notion de ligne courbe ?
- 95. E. : Non.
- 96. P. : Sûr ?
- 97. E. : Non, puisque les côtés c'est dans les droites et les lignes courbes, c'est un petit peu le contraire, donc, enfin, parce qu'y a des ...

Voulant sans doute s'assurer de la bonne compréhension de tous les élèves et répondant à un élève qui dit ne « pas avoir compris » (111), l'enseignant décide alors de changer de registre de représentation du concept de polygone, dont les élèves ont acquis un certain nombre de connaissances grâce aux jeux de langage précédents. Il invite donc un élève à tracer au tableau « un dessin » d'un polygone de son choix.

Pensé par l'enseignant comme une simple illustration de la caractérisation du polygone qui vient d'être élaborée dans les jeux de langage, ce changement de registre révèle de façon flagrante la difficulté des élèves à se détacher de la signification du mot « côté » qu'ils connaissent dans le langage naturel.

Même si la caractérisation idoine du concept de polygone dans le cadre de la géométrie vient d'être construite dans le dialogue interactionnel et que les côtés viennent d'être reconnus comme des parties de droites, la déstabilisation des élèves provoquée par le changement de registre les amènent à se raccrocher à des connaissances dont ils sont fortement imprégnés. Ainsi, l'élève interrogé commence par tracer un rectangle que les élèves ont du mal à identifier comme un polygone puis il dit vouloir compléter ce rectangle en lui ajoutant des « côtés » afin de tracer un polygone :

- 128. E. : Mais j'ai pas fini, Monsieur.
- 129. P. : Qu'est-ce que tu voulais ajouter ?
- 130. E. : Je voulais ajouter ici le sommet
- 131. P. : Tu voulais marquer le nom de sommet ?
- 132. E. : Non, non. Mais... faire le côté.

133. E. : En 3D! En relief ! En volume
134. P. : Tu voulais dessiner un solide ? (Loïc dit oui de la tête.)
135. E. : Monsieur, tous les objets en 3D c'est des polygones.

Les élèves concluent ainsi qu'il n'y a pas de côtés dans un rectangle. Donc un rectangle n'appartient pas au concept de polygone dont les objets sont des « formes à plusieurs côtés ».

De plus, les souvenirs que les élèves conservent de l'étude des polygones en classe de CE2 corroborent cette conception :

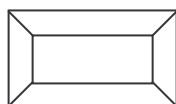
185. E. : Moi ça a presque rien à voir mais je me rappelle qu'en CE2 on avait travaillé es polygones. Il y avait toujours la fiche en bas et il y avait peints en relief les polygones.

186. E. : Oui, j'ai le souvenir de cette photo et à chaque fois Claudette nous disait ça c'est les polygones. A chaque fois qu'on faisait des maths presque.

Les élèves confondent sans doute les termes « polygone » et « polyèdre », mais l'enseignant se refuse à infirmer directement leurs propositions. Les élèves multiplient alors les arguments tendant à définir les objets remplissant le concept de polygone comme des objets de l'espace, trouvant même un consensus permettant d'expliquer l'attachement ressenti de l'enseignant à reconnaître le rectangle dessiné au tableau comme un objet appartenant à la famille des polygones :

210. : Un solide, c'est un polygone. Mais un polygone, ça peut être dessiné, par exemple ça aussi c'est un polygone (*rectangle dessiné au tableau*)

Une élève va ensuite au tableau pour dessiner ce qu'elle nomme « l'intérieur d'un polygone » (241) :



Nous le comprenons ici, la difficulté des élèves à saisir les objets remplissant le concept de polygone est directement liée aux paradoxes sémantiques induit par le mot « côté ». Ils ne peuvent appréhender le premier sans connaître la signification d'usage du second dans le contexte de la géométrie.

I.4. Le mot « sommet »

Dans l'activité de classement d'emballages dans le cadre d'un inventaire (séance 1, 1 à 230)

Le terme « sommet » apparaît dans le discours des élèves lors de la phase d'élaboration de critères de classement des emballages au début de la première séance. Sans que l'objet auquel il se réfère ne soit explicité, il désigne une caractéristique des solides qui appartiennent à la famille des « formes rondes » et figure explicitement, sur proposition des élèves », dans la dénomination de la classe à retenir : « les formes rondes, toutes celles qui n'ont pas de sommet ».

Cependant, la mise à l'essai des critères de classement met en évidence que la référence du terme n'est pas partagée : les élèves se trouvent en désaccord sur l'existence de sommet sur le cylindre :

- 145. E. : Oui, mais L y'a pas de côté plat et y'a pas de sommet, alors faudrait mieux le mettre dans une autre colonne.
- 146. E. : Mais « Le moine » non plus il a pas de sommet.
- 147. E. : Si, « Le moine » il en a, c'est comme une boîte de camembert.
- 148. E. : Non, « Le moine » il en a pas !
- 149. E. : Si...

L'enseignant pointe alors ce qu'il nomme les « divergences de point de vue » (150) puis laisse la question en suspens.

Dans l'activité de mise en relation de solides représentés dans divers registres de représentation (séance 1, 161-279)

La question de la signification du terme « sommet » apparaît de nouveau dans l'activité de mise en relation de solides, toujours lors de la première séance. Le concept de sommet est identifié par les élèves comme une des propriétés permettant de comparer les solides :

- 262. P. : Et toi, D., qu'est ce que ces 2 solides ont en commun ?
- 263. E. : Des sommets ...

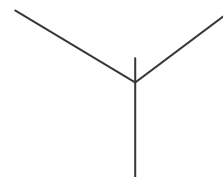
A la demande de l'enseignant, la référence du mot est alors explicitée par un élève, d'abord dans le langage puis par un dessin. L'enseignant s'assure ainsi que l'interprétation de la définition proposée est partagée :

264. P. : Des sommets. Est-ce que tu sais ce qu'est un sommet ?

265. E. : Oui, c'est 2 ou 3 arêtes qui se rencontrent.

266. P. : Tu peux en dessiner un au tableau ?

Donovan va au tableau et dessine :



267. P. : Oui, et où est le sommet ?

268. E. : Là (il montre le point d'intersection des demi-droites).

269. P. : D'accord.

En validant cette définition, l'enseignant établit un usage réglé du terme et, dans le contexte de la géométrie des solides, limite ainsi implicitement son champ d'utilisation aux polyèdres : il n'y a donc pas de sommet sur un cylindre. Le concept de sommet devient alors opératoire en situation : les élèves étant maintenant capables de dénombrer les sommets des polyèdres, le concept permet de les comparer et donc de les mettre en relation.

Dans les jeux de langage sur les significations des termes du vocabulaire de géométrie en jeu dans les activités (séance 2)

Toutefois, le terme « sommet » appartient également au vocabulaire de la géométrie plane. Le « sommet » renvoie donc à deux objets sensiblement différents qu'il soit utilisé dans le contexte de la géométrie plane ou dans le contexte d'une géométrie des solides.

Au début de la deuxième séance, l'enseignant met d'abord en opposition les termes « arêtes », « sommets » et le terme « polygone », signifiant implicitement que les deux premiers sont relatifs à des solides alors que le dernier renvoie à des objets du plan :

47. P. : Alors on avait parlé de sommets et d'arêtes, mais là on en est à « polygone ».

Cependant la dualité du champ d'application du terme génère encore ici la possibilité d'interprétations contradictoires de l'expression « forme qui ont des sommets », mentionnée par les élèves en vue de caractériser le concept de « polygone » (59). L'usage du terme a fait l'objet d'un accord de langage lorsqu'il est employé à propos de solides mais les élèves utilisent aussi le terme pour parler de figures planes :

76. E. : (...) [A propos de la caractérisation de « ligne brisée »]. Brisée c'est quand elle a des sommets c'est ce qu'on a appelé en fait la ligne courbe et la ligne brisée.

130. E. : Je voulais ajouter ici le sommet.

131. P. : Tu voulais marquer le nom de sommet ?

132. E. : Non, non. Mais... faire le côté.

133. E. : En 3D! En relief ! En volume.

La question de la référence de « sommet » est également placée au centre d'une réflexion initiée par un élève qui se demande si un sommet est intrinsèquement lié à

l'intersection d'arêtes ou s'il constitue un point en tant que tel. Les élèves et l'enseignant tranchent alors dans le discours interactif en faveur de la position selon laquelle le sommet est un point :

- 217. P. : Attends, si tu enlèves arêtes et côtés, tu enlèves tout !
- 219. E. : Non, il reste les sommets !
- 222. E. : Le sommet, c'est un mélange de 2 arêtes.
- 230. E. Faut laisser un point.

D'une façon générale, le concept de « sommet » est reconnu par les élèves comme désignant un « bout pointu » (102) ou « bout qui pique » (103) d'un solide ou d'une figure plane. L'emploi de ce terme dans la caractérisation du concept de « polygone » ne leur permet donc pas de saisir la dimension des objets concernés.

I.5. Le mot « arête »

Contrairement aux termes « forme » et « côté » et « polygone », « arête » est un mot dont les élèves connaissent déjà une signification spécifique au contexte de la géométrie et opératoire dans les activités du dispositif. De ce fait, ce mot ne génère pas d'ambiguïté référentielle dans la même mesure que les termes précédemment étudiés. Toutefois, nous souhaitons rapidement livrer ici un exemple que nous pensons intéressants de la prégnance des élèves à mêler des usages des termes relatifs à des formes de vie différentes. Cet exemple est issu de la transcription de la séance 2.

Nous l'avons vu à travers l'étude des significations conférées au mot « côté », le mot « arête » se réfère avant tout pour les élèves aux segments délimitant un solide. Cependant, ne différenciant d'abord pas de façon précise le vocabulaire de la géométrie plane et celui de la géométrie des solides, le mot désigne aussi pour certains d'entre eux les bords d'une figure plane, malgré les précisions de l'enseignant en début de séance. Il s'agit pour eux du même objet, placé dans des contextes différents :

- 99. P. : Arête, c'est le nom qui vient pour le solide, d'accord ?
- 346. E. : Moi, je pense que les côtés c'est comme les arêtes en fait.
- 367. E. : Je dis que l'arête ça a la même fonction qu'un côté

L'« arête » se réfère donc à un segment, un fragment de ligne droite. Afin de justifier cet usage, un élève s'adonne à quelques métaphores et jouent sur les nombreux homonymes du mot :

- 247. E. : En fait, vous ce que vous avez compris, c'est arrêter, quand on arrête
- 262. E. : Je sais pourquoi on l'appelle l'arête.
- 264. E. : C'est parce que par exemple les arêtes du poisson c'est souvent dur et un peu droit

Plus que de simples jeux de mots, les élèves semblent trouver en ces correspondances de réelles justifications à la signification donnée au mot "arête" dans le cadre spécifique de la géométrie. Comme pour le mot « côté », cet exemple reflète clairement la prégnance des élèves à rattacher au vocabulaire du langage courant le vocabulaire spécifique qu'ils découvrent ou s'approprient ici. Nous retrouvons ici l'idée exprimée par le célèbre « la traduction commence at home » de Quine.

Nous n'évoquons pas ici l'emploi du terme « face » car, comme le mot « arête », le dialogue interactionnel nous montre que les élèves disposent d'une signification spécifique et opératoire de ce terme en situation. Or notre objectif est dans ce paragraphe de mettre en évidence les ambiguïtés référentielles générées par un usage non réglé de termes dans les jeux de langage des activités de l'Atelier. Nous étudierons les significations assignées au terme « face » dans le discours interactionnel dans le paragraphe suivant.

I.6. Conclusion

Cette première analyse des jeux de langage du début du dispositif d'Atelier met en évidence de façon flagrante la coexistence de significations contradictoires attachées aux termes « forme », « côté » et « polygone » dans le discours des élèves, alors même que ces termes occupent une place centrale dans les activités de classement et de mise en relation de solides. La principale origine des ambiguïtés référentielles nous est apparue résider dans le fait que les mots « forme » et « côté », par lesquels les élèves saisissent de façon spontanée les objets de la situation, sont des mots du langage courant dont les élèves connaissent une multitude de significations contradictoires dans diverses formes de vie. Nous ne pouvons ici que rejoindre les thèses proposées par Wittgenstein et Quine et présentées en Partie 1, II. 2 et 3 dans le constat que les termes convoqués en géométrie en cycle 3 constituent des signes linguistiques qui se diversifient et se distribuent dans plusieurs systèmes symboliques : le vocabulaire de la géométrie mais aussi différentes formes de vie dont les élèves sont familiers. Les termes « forme » et « côté » admettent ainsi une multiplicité de significations et se réfèrent aussi bien à des solides qu'à des figures planes, le terme « face » appartient au vocabulaire spécifique de la géométrie mais figure également dans une expression telle que « vue de face », le terme « arête » enfin est un homonyme de l'arête d'un poisson et du verbe arrêter conjugué à la seconde personne de l'impératif. Ces mots peuvent ainsi signifier

plusieurs choses et que le sens d'une proposition telle que « le polygone est une forme à plusieurs côtés » soit immédiat pour les élèves ne signifie pas, nous l'avons vu, que ce soit le même pour tous. Les objets de discours des élèves sont d'abord les éléments matériels de la situation (emballages puis solides dessinés en perspective cavalière et maquettes de solides) mais pour être utilisés par les élèves, ces éléments sont inséparables des connaissances à leur sujet : les objets sont avant tout des systèmes de représentation. Cette analyse illustre les propos de Tisseron (2005, p.1) selon lequel « l'objet apparaît comme un système constitué des éléments matériels, éventuellement symboliques, qui le rendent identifiables ainsi que de la connaissance de ses règles de manipulation ». Or ces règles de manipulation dépendent du contexte d'utilisation et une même chose peut se décrire suivant plusieurs significations, comme le montrent les interprétations contradictoires des élèves des mots « forme » ou « côté ». Un objet peut par conséquent donner lieu à différents discours significatifs et un même mot, en se référant à différentes ontologies, peut signifier plusieurs choses. Cette analyse illustre en ce sens la thèse de la *sous-détermination de l'empirique* de Quine selon laquelle la proposition n'a pas de sens complet par elle-même car elle est toujours sous-déterminée et comporte en puissance une pluralité de jeux de langage possibles. Les objets sont objets d'expérience sensible et de pratique sociale. Conformément aux travaux de Quine présentés dans le cadre conceptuel de cette analyse (Partie 1, II.2.3), nous observons alors ici la coexistence de discours contradictoires sur les objets de la situation, sans que les intervenants n'en aient d'abord conscience. Nous analysons dans le paragraphe précédent la façon dont les élèves prennent conscience et dépassent ces difficultés dans le dispositif de l'Atelier.

II. COMMENT LES ÉLÈVES RENCONTRENT-ILS PUIS LÈVENT-ILS LEUR IGNORANCE RELATIVE À UN USAGE IDOINE ET OPÉRATOIRE DU VOCABULAIRE DE GÉOMÉTRIE ?

Le paragraphe précédent nous a permis de mettre en évidence le fait que la difficulté rencontrée par les élèves à utiliser de façon opératoire le vocabulaire de la géométrie convoqué dans les premières activités de l'Atelier tient aux paradoxes sémantiques induits essentiellement par les mots « forme » et « côté », signes référant à des significations contradictoires selon la forme de vie considérée. Notre but est maintenant de décrire et d'analyser la façon dont les élèves, dans le dispositif observé, rencontrent d'abord leur ignorance relative à un usage idoine et opératoire de ce vocabulaire (pour reprendre

l'expression de Sensevy (2002, p.37)) puis lèvent cette ignorance dans le contexte de l'Atelier.

Pour ce faire, nous analysons d'abord (paragraphe II.1) les conditions amenant les élèves à construire des jeux de langage en situation dans lesquels ils recourent à des significations contradictoires des termes en jeu, et principalement des termes « forme », « côté », « polygones » dont nous venons de mettre en évidence le caractère particulièrement problématique en situation. Puis nous situons dans le dispositif les moments où les élèves sont confrontés à ces ambiguïtés référentielles (paragraphe II.2).

Nous étudions ensuite la manière dont les élèves résolvent les ambiguïtés référentielles sous-jacentes à leurs discours dans les interactions langagières observées, c'est-à-dire les modalités du cheminement des élèves d'un usage non réglé de ces termes à un usage conforme au contexte spécifique de la géométrie dans le dispositif. Notre interprétation de ce processus nous amène à distinguer deux types de modes de résolution des contradictions mises en évidence au paragraphe précédent :

D'une part, lorsque les paradoxes sémantiques ne sont pas problématisés en situation, comme c'est le cas pour les ambiguïtés référentielles relatives aux mots « forme », « face » ou « arête » par exemple, nous montrons que l'ajustement du rapport des élèves aux objets de la situation vers un rapport idoine au contexte spécifique de la géométrie s'effectue *dans* les jeux de langage. Nous analyserons les modalités de ce travail dans le dispositif (paragraphe II.3).

D'autre part, lorsque les élèves sont confrontés aux phénomènes de paradoxes sémantiques parce que l'utilisation de ces termes se révèle non opératoire en situation, comme c'est le cas pour les ambiguïtés référentielles relatives aux termes « côté » et « polygones », nous montrons que la résolution des contradictions passe par une explicitation des significations contradictoires des termes dont nous analysons le fonctionnement opératoire et cognitif (paragraphe II.4.1.) et nous étudions comment les élèves dépassent ces contradictions (paragraphe II.4.2 et 3).

II. 1. Construction de jeux de langage dans lesquels les élèves recourent à un usage non réglé des termes

Schématiquement, nous considérons que l'étape de construction de jeux de langage dans lesquels les élèves recourent à un usage non réglé des termes a lieu lors de la première séance de l'Atelier, principalement lors de l'élaboration des critères de classement dans le dialogue interactif pour les termes « forme », « côté » et « polygone », et se poursuit dans

l'activité de mise en relation de solides en ce qui concerne le terme « forme ». Nous ne revenons pas dans ce paragraphe sur la nature de ces paradoxes sémantiques observés mais interprétons la manière dont les élèves construisent dans le langage des significations contradictoires des termes « forme », « côté » et « polygone ».

Lors de la phase d'élaboration de critères de classement, les élèves réservent une place centrale au terme « forme » en distinguant deux types de solides : les « formes rondes, sans sommet » et « les formes carrées ». Mais l'analyse des significations assignées au terme « forme » dans le discours des élèves nous a montré que celui-ci référait indifféremment à l'allure générale d'un solide ou d'une figure plane. Ainsi, les jeux de langage de la situation sont rapidement marqués par des interprétations contradictoires de l'expression « forme polygonale » et donc du concept de polygone. De même, nous avons montré dans le paragraphe précédent que les élèves conféraient dans leurs discours différentes références au terme « côté », ce terme renvoyant parfois à une face de solide, conformément à un usage de la langue naturelle, parfois à un segment délimitant une figure plane, conformément à sa signification spécifique dans le cadre de la géométrie. Déjà induits en erreur par les ambiguïtés référentielles du terme « forme », les élèves développent ainsi des interprétations contradictoires du concept de « forme à plusieurs côtés » qui vise à caractériser le concept de polygone dans la proposition « un polygone est une forme à plusieurs côtés ». Nous le voyons, les concepts en jeu dans les activités (« forme ronde », « forme polygonale ») se dessinent *dans* les jeux de langage par construction de significations déduites de l'interprétation d'autres termes dans les propositions visant à caractériser ces concepts. Ainsi, la construction du concept de polygone passe par une interprétation de l'expression « forme à plusieurs côtés » et, pour saisir les objets remplissant le concept de « forme ronde », les élèves doivent se mettre d'accord sur la référence du mot « forme ».

Pour pouvoir fonctionner, une situation s'appuie toujours sur des connaissances supposées familières pour les élèves, ces connaissances permettent l'entrée des élèves dans la tâche et lui servent de référence pour contrôler son travail. Dans les activités de classement et de mise en relation de solides, les connaissances des élèves relatives à la signification de termes en jeu (« forme », « côté ») constituent un arrière plan à la construction de connaissances nouvelles telles que le concept de « forme polygonale ». Mais l'analyse des interprétations des élèves dans leur discours sur les objets révèle que ces connaissances ne sont pas adéquates au contexte de la géométrie considéré et constituent alors un obstacle à la capacité des élèves de saisir le concept de polygone et ainsi de construire un rapport idoine aux objets de la situation. Conformément à l'idée de Quine selon laquelle « la traduction commence *at home* », la traduction par les élèves des énoncés apparaissant dans le dialogue

interactionnel passe par leur interprétation des significations dans un langage d'arrière-plan qui leur est familier mais qui n'est pas conforme au contexte de la géométrie. Ces difficultés se traduisent dans le langage par les phénomènes de paradoxes sémantiques mis à jour dans le paragraphe précédent.

De plus, comme dans l'exemple de l'impossible traduction de l'expression « Gavagai » livré par Quine, les élèves développent dans l'Atelier une pluralité d'interprétations contradictoires des termes « forme », « côté », « polygone » parce que, jusqu'à la mise à l'essai des critères de classement et la confrontation des mots aux objets qu'ils désignent, il n'y a pas d'élément déterminant qui leur permette de choisir l'une ou l'autre interprétation, une traduction ou une autre. La pluralité des traductions acceptables face à une proposition telle que « un polygone est une forme à plusieurs côtés » montre en effet l'impossibilité de savoir précisément de quoi l'on parle. La référence est alors inobservable (ou inscrutable, pour reprendre les termes de Quine) en tant que telle en dehors de notre discours et de la forme de vie considérée. Pour comprendre une proposition et pouvoir en évaluer la valeur de vérité, il est nécessaire d'établir un « accord dans le langage », selon les termes de Wittgenstein, qui seul permet de saisir la signification des mots qui la compose (« la signification d'un mot est son usage dans le langage »). Or les élèves ne disposent pas encore à ce stade du dispositif de tel accord. Les rapports des élèves aux objets de la situation sont alors inadéquats au contexte de l'Atelier de géométrie.

II.2. Confrontation des élèves aux ambiguïtés référentielles sous-jacentes à leurs discours

Nous considérons ensuite que les élèves sont confrontés aux ambiguïtés référentielles sous-jacentes à leurs discours d'abord lors de la mise à l'essai des critères de classement au cours de la première séance puis lors du travail visant à expliciter la définition du terme « polygone » au cours de la deuxième séance.

Lors de la mise à l'essai des classes de solides retenues (« formes rondes qui n'ont pas de sommet » et « formes polygonales »), les élèves et l'enseignant prennent conscience que les significations qu'ils assignent aux mots dans les jeux de langage des activités ne sont pas communes et partagées car leur usage en situation n'est pas opératoire. Les élèves se trouvent d'abord en désaccord sur la valeur de vérité de la proposition : « le cylindre (la boîte de camembert) admet des sommets » (146 à 149), révélant ainsi qu'ils n'assignent pas tous la même référence au terme « sommet ». Puis un élève prend la parole pour remettre en cause

l'expression « formes polygonales ». Il déclare ainsi qu'il ne reconnaît pas les emballages que la classe a placés dans la famille « formes polygonales » au cours du classement effectif des emballages comme relevant de ce concept. Une nouvelle divergence de signification des termes en jeu est ainsi mise à jour, elle concerne ici l'expression « forme polygonale ». Nous l'avons vu dans le paragraphe II.1, ces ambiguïtés et les malentendus qu'elles génèrent, notamment celles sous-jacentes à l'emploi du mot « forme », perdurent lors de l'activité de mise en relation de solides représentés dans différents registres de représentation. L'analyse de la valeur sémantique du langage dans les activités de classement et de mise en relation de solides met donc en évidence l'exigence d'un travail de clarification de signification sur ce que les mots veulent dire, dans un double contexte : celui de la proposition donnée, celui de l'usage qui en est fait. Il n'est pas classique que la nécessité d'un tel travail soit ainsi mise en lumière dans les activités de géométrie au cycle 3. Dans le dispositif de l'Atelier, de part la place centrale donnée au dialogue interactif dans l'élaboration des nouvelles connaissances, ce travail est pris en compte par les élèves et l'enseignant.

Nous percevons alors deux pendants majeurs de ce travail que nous proposons de développer dans ce paragraphe : d'une part, sans que cela ne soit nécessairement explicité, le cheminement des élèves vers un rapport idoine aux objets au regard du contexte spécifique de la géométrie génère la nécessité pour les élèves de construire et délimiter les significations de termes tels que « forme » ou « face » *dans* les jeux de langage des activités, au cours de la première séance. D'autre part, le questionnement initial relatif à l'explicitation de la référence du terme « polygone » en début de deuxième séance induit un jeu de langage qui met en scène de façon explicite un télescopage ou un conflit de significations opposées entre elles.

Nous proposons d'analyser la façon dont les élèves effectuent chacune de ces actions dans la situation.

II.3. Une première modalité de résolution des contradictions : les élèves ajustent de façon implicite leur rapport aux objets de la situation vers un rapport idoine au contexte spécifique de la géométrie s'effectue *dans* les jeux de langage

Lors de la première séance tout d'abord, nous pouvons constater que le cheminement des élèves vers un rapport idoine aux objets dans le contexte de la géométrie, c'est-à-dire vers une manière appropriée de regarder ce que les solides donnent à voir dans ce contexte spécifique, s'effectue *par* le langage et *dans* le langage, notamment par un travail de recherche de la signification de l'expression « forme des solides » dans la situation et la

délimitation du champ d'application du terme « forme », de la forme des solides à la forme de leurs faces. Au cours de la phase d'explicitation de leurs stratégies, les élèves parlent en effet d'abord de « forme des solides ». Puis, sous des contraintes d'explicitation et de précision des critères de comparaison, ils modifient cette dénomination pour parler de la « forme des faces », parvenant ainsi à établir que la comparaison (ou mise en relation) des solides passe par la prise en compte de la nature des faces de ces solides. L'usage non conforme à cet accord dont témoigne l'élève interrogé en fin de séance (231 à 255) qui ne parvient pas à expliciter la stratégie de comparaison de solides qu'il a mis en place autrement qu'en évoquant la mise en relation de « formes presque pareils » (238) révèle ainsi que cet élève n'est pas parvenu à regarder de façon adéquate les solides de la situation. Ceci ne signifie pas nécessairement que le résultat de son travail personnel soit erroné mais cela signifie que les procédures de comparaison sur lesquels il s'est appuyé sont d'ordre intuitif et qu'il n'est pas parvenu à identifier les propriétés géométriques en jeu, objectif principal de cette mise en commun. La construction d'un rapport adéquat aux objets de la situation passe ici par un changement de la valeur référentielle du mot « forme », de l'allure générale d'un solide à la nature des faces qui le composent.

De même, la considération des significations assignées au mot « face » nous donne encore un exemple de la façon dont les élèves sont capables de modifier la référence d'un mot *dans* le langage et d'en limiter ou d'en étendre le champ d'application au fur et à mesure de la recherche d'un rapport adéquat aux objets de la situation, qui passe en l'occurrence ici par un accord sur la signification du mot « côté » dans le contexte de la géométrie. En effet, le terme « face » est employé de façon adéquate par les élèves au cours des activités de classement et de mise en relation de solides, à travers l'expression « formes des faces » (séance 1, 214), et s'avère alors constituer un outil décisif dans l'élaboration d'une manière de voir les objets idoïnes dans la situation : pour classer comme pour comparer les solides en jeu, il s'agit d'étudier la nature, voire le nombre, de leurs faces. Cependant, la difficulté des élèves à saisir la référence du terme « côté » et la propension de certains à lui assigner une signification similaire à celle de « face » induit dans le discours des élèves un exemple de leur capacité à modifier la signification d'un terme dans le langage en limitant son champ d'application. Grâce à cette capacité de restriction, en se rattachant à des expressions du langage courant tels que « vue de face » et « vue de côté » (séance 2, 194), les élèves modifient la valeur référentielle du mot pour ne plus lui associer que la face du solide qui se présente devant l'observateur :

315. E. : Je pense que la face c'est toujours le côté qu'il y a devant nous...

La contradiction entre cette signification et la signification adéquate du mot, supportée par quelques élèves, contribuera d'ailleurs à évincer la signification non conforme de « côté » ici envisagée :

341. P. : Pour résumer – Pour Manon (*ils vont se rasseoir*), Manon dit que n'importe quelle forme de ce solide devient une face à partir du moment où ce solide peut tourner et nous en peut tourner autour. Donc, finalement, elle garde le même nom pour chaque forme parce qu'elle trouve que ce n'est pas logique de changer de nom. Pour prouver ça, tu dis que si je fais tourner le solide, j'ai toujours une face devant moi.

Conformément au cadre théorique proposé par Quine (Partie 1, II.2.3.), nous voyons ici que le travail de recherche d'un usage du mot « forme » opératoire dans la situation traduit l'apprentissage des élèves vers un rapport adéquat aux objets, c'est-à-dire une façon de percevoir les objets de façon spécifique à la géométrie. De plus, comme le montre la capacité des élèves à négocier au cours de l'activité un usage opératoire du terme « face », la référence des termes se construit progressivement et se délimite par leur capacité à permettre d'agir dans les activités. Reprenant des éléments de la présentation de la thèse de la *sous-détermination empirique* de Quine, nous pouvons dire ici qu'en apprenant le langage du jeu, les élèves apprennent à voir le monde d'une certaine façon. Si les données empiriques de la situation (les diverses représentations des solides) peuvent sembler objectives, le langage traduit les interprétations que font les élèves de ces données dans la situation. L'apprentissage passe alors par une réorganisation des énoncés observationnels qui les inclut dans une trame de raisonnement qui en change éventuellement le sens : les élèves passent d'une interprétation des objets en termes d'emballages à une interprétation des solides puis modifient leur façon de regarder les solides pour en venir à la prise en compte de la nature de leurs faces. Les énoncés observationnels acquièrent alors un autre statut qui peut modifier complètement la compréhension des mots dont ils sont composés. Ces énoncés observationnels, voire d'autres qui s'en déduisent, constituent les énoncés de base sur lesquels pourront se construire des raisonnements ultérieurs. Autrement dit, les données des sens (ou « stimulations sensorielles ») restent inchangées mais il s'agit de les interpréter différemment en fonction de leur insertion dans une vision du monde propre à la géométrie. L'analyse des interactions langagières du dispositif nous montre que ce sont les jeux de langage de la situation qui permettent cette évolution des interprétations, celle-ci s'effectue non seulement *par* le langage mais surtout *dans* le langage.

II.4. Une seconde modalité de résolution des contradictions : la mise en opposition de significations contradictoires et la détermination d'accords d'usage

II.4.1. les jeux de langage permettent de mettre à jour les ambiguïtés référentielles en mettant en opposition des significations contradictoires dans des échanges argumentatifs

Nous l'avons vu dans le paragraphe I, le travail d'explicitation de la définition de « polygone », d'abord conçu par l'enseignant comme une phase de rappel d'une leçon précédente, met en lumière dans le dialogue interactionnel la divergence des significations assignées au mot « côté » puis au mot « polygone ». Les élèves saisissent en effet le concept de polygone par le biais de l'expression « forme à plusieurs côtés ». Or, le dessin par un élève d'un objet qu'il pense appartenir à ce concept montre que les élèves ont développé au cours des jeux de langage des interprétations contradictoires du terme « côté ». Beaucoup d'entre eux associent à ce mot une face de solide, recourant alors à un usage non conforme du mot dans le contexte de la géométrie. Quelques élèves s'attachent à distinguer les références de « face » et « côté » et interprètent le mot « côté » comme un segment délimitant une figure plane. Se développent alors des échanges entre élèves dans lesquels chacun expose et appuie son interprétation du mot. Les deux parties s'opposent. Nous montrons dans ce paragraphe que cette phase de recherche de la référence prend la forme d'un dialogue argumentatif puis nous verrons dans le paragraphe suivant que ce dialogue permet aux élèves de dépasser les difficultés inhérentes aux ambiguïtés référentielles exprimées en spécifiant, dans le contexte de l'Atelier, les usages conformes au langage géométrique des mots convoqués. Notre objectif est donc ici d'identifier la façon dont les élèves expriment et mettent en confrontation les significations divergentes qu'ils assignent aux termes en jeu dans l'activité, termes par lesquels ils saisissent les objets de la situation et construisent des connaissances nouvelles à leur propos. Notre parti pris consiste à dire que, pour ce faire, les élèves présentent leurs positions contradictoires sous la forme logique d'oppositions à résoudre, c'est-à-dire développent des échanges dont nous proposons de montrer le caractère argumentatif, au regard du cadre théorique proposé par Plantin (1996) évoqué dans la Partie 1, II. 3.

Nous appuierons cette position par l'analyse de trois passages discursifs choisis dans la transcription de la deuxième séance (annexe 6)³⁶. Notre caractérisation du caractère

³⁶ Nous reprenons ici en grande partie une analyse figurant dans notre mémoire de DEA (2002) et figurant dans l'article Mathé (2004)

argumentatif des passages choisis s'effectue selon deux axes : en nous appuyant sur la transcription de la séance, nous mettrons en évidence les étapes du discours argumentatif modélisé par Plantin (1996) dans les passages choisis ; nous rendrons ensuite compte du fonctionnement des pas de raisonnement constituant ces phases. Dans les extraits de transcription mentionnés, les différents intervenants sont identifiés par les symboles : E1, E2, E3...pour les élèves, P. pour l'enseignant.

Premier exemple

Invité par l'enseignant à dessiner un polygone, un élève (E1) commence par tracer un rectangle au tableau. Les discussions s'engagent alors pour déterminer le caractère polygonale du rectangle, mais l'élève intervient et signale à l'enseignant qu'il n'avait pas terminé : il voulait dessiner un pavé (« faire les côtés » (132). L'enseignant lui demande d'exposer son point de vue en lui reformulant clairement la question qui préoccupe alors la classe : « Est-ce que tu as dessiné un polygone, c'est-à-dire avec la définition que J. a donnée tout à l'heure ? » (143). Nous reportons ici l'échange qui suit cette question de l'enseignant et mettons en évidence son caractère argumentatif en identifiant les étapes du discours caractérisant, pour Plantin (1996), les échanges argumentatifs (voir la présentation du cadre théorique, Partie 1, II.3) :

144. E1 : Ah ben non, parce que là il n'y a pas de côtés. **(Un point de vue)**

145. P. : Il n'y a pas de côtés là ?

(E1 prend une boîte cubique et revient au tableau.)

146. E1 : Par exemple, les côtés c'est ça par exemple (il montre les faces du cube).

(justification)

147. P. : Attends. Tu peux expliquer ce que tu entends par côté ?

148. E2 : Oui, mais il n'y a pas d'arêtes ! **(contre-argument 1)**

149. E1 : Mais si, ça c'est les arêtes (il montre les côtés du rectangle). **(réponse au contre-argument 1)**

150. E3 : Mais là c'est des faces, c'est pas des côtés. **(contre-argument 2)**

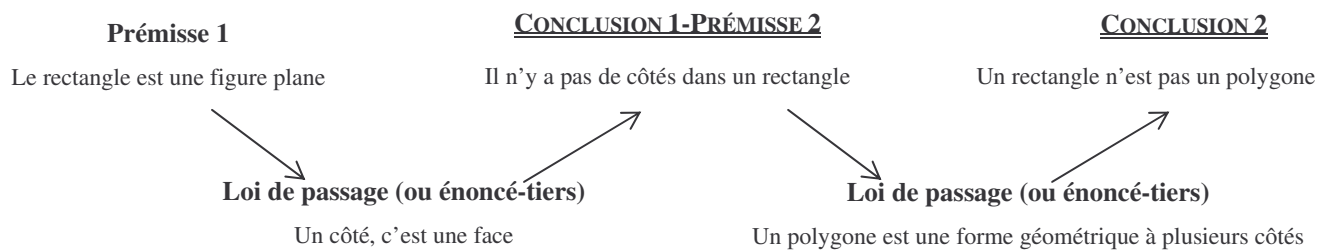
151. E1 : Mais si, les côtés c'est bien ça (il montre les faces) et dans la figure (au tableau) il y a pas de côté. **(réponse au contre-argument 2)**

152. E2 : Non, il n'y a qu'une face. **(réponse au contre-argument 2)**

153. E4. : Les côtés c'est la largeur. **(autre réponse au contre-argument 2)**

148. E. : En 3D, c'est des polygones mais là c'est une figure plane. **(conclusion)**

Conformément à la modélisation de Plantin (1996), nous pouvons schématiser le discours de E1 par les pas de raisonnement suivants. Nous appuyons ainsi l'identification du caractère argumentatif de l'échange observé :



La conclusion du premier pas de raisonnement tient lieu de prémisse au second.

La mise en relation des prémisses et des énoncés-tiers requièrent la mobilisation de tout un réseau sémantique permettant d'exploiter les propriétés des objets concernés.

Les énoncés-tiers n'ont pas ici de statut théorique mais une valeur de certitude, d'évidence liée au contexte et au contenu de ce qu'ils affirment. On voit ici que leur valeur épistémique varie d'un individu à un autre, voire chez un même individu en fonction non seulement de l'état de connaissance du sujet mais aussi du contexte de la discussion, nous le verrons à travers les exemples suivants.

Fig. 13 : Schématisation des pas de raisonnement du premier exemple d'échange argumentatif

Deuxième exemple

354. E1 : (il désigne le mur de la classe devant lui) (...) Tout ce mur là c'est comme une figure plane et là-bas (il désigne le coin du mur) c'est bien un côté. (**prémisse, énoncé-tiers**)

355. P. : Si on prend le mur, effectivement, tu as une figure plane. Là, on est d'accord. (**validation de la prémisse**)

356. E2 : Oui

357. P. : Le concept de figure plane est établi.

(E1. se lève.)

358. E1 : Là, c'est un côté (**énoncé-tiers**)

359. E : C'est une arête ! (**contestaton de la validité de l'énoncé-tiers**)

360. E1 : Vous, vous dites que y'a que ça, et ben là, c'est le côté droit de la figure plane.

361. E3 : *Ça veut dire que ça (le rectangle dessiné au tableau) c'est un polygone, ça !?*

Comme précédemment, la valeur épistémique de l'énoncé-tiers est inhérente à son contenu, lequel n'a aucun statut théorique. Sa validité est donc discutable, et discutée. Elle dépend du contexte de la discussion et de l'état de connaissance de celui qui argumente comme de ceux à qui il s'adresse.

La conclusion est ici implicite mais, au regard du contexte du discours, l'objet de l'argumentation ne fait aucun doute. Plus encore, cette conclusion constitue implicitement la prémisse d'un second pas de raisonnement visant à inclure le rectangle dans la famille des polygones. En témoigne l'intervention de E3 (361).

Le pas de raisonnement de cette argumentation pourrait être modélisé de la façon suivante :

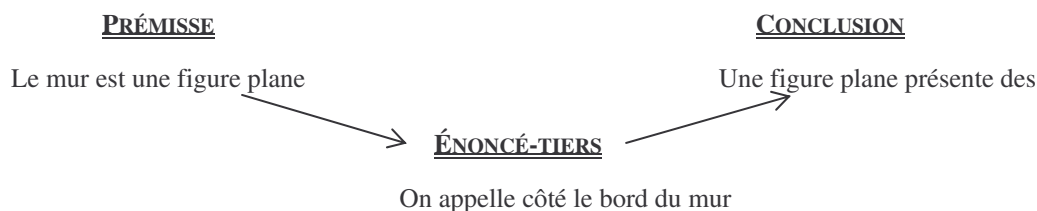


Fig.14 : Schématisation des pas de raisonnement du deuxième exemple d'échange argumentatif

Troisième exemple

Les phases argumentatives discursives analysées précédemment concentraient prémisses, énoncés-tiers et conclusion, explicitement ou implicitement, de façon concise, en un discours bref. Cependant, les phases argumentatives observées n'ont pas toujours cette qualité. Il apparaît en réalité que les élèves ont besoin de temps pour intérioriser le problème, intégrer à leurs conceptions préexistantes les contradictions qui se présentent à eux par le biais de la situation et élaborer des argumentations au sens défini par Plantin.

Plus encore, l'aspect général des discussions pourrait parfois laisser penser que les argumentations de certains élèves se juxtaposent plus qu'elles ne s'imbriquent, ceux-ci exposant des points de vue contradictoires et non des contre-arguments au sens strict défini par Plantin (1996). Cependant, nous pouvons constater que les mêmes élèves interviennent souvent à des moments différents de la séance pour proposer des thèses qu'ils modifient progressivement au fur et à mesure que le milieu s'enrichit des argumentations des autres élèves. Relevons, par exemple, les interventions de deux élèves, notés E1 et E2 :

164. E1 : Bon, d'habitude sur les formes ici, c'est les côtés (il montre les faces) et polygone, ça veut dire plusieurs côtés et sur la figure au tableau (le rectangle) y'en a pas.

Argumentation 1. Enoncé-tiers 1 : un côté, c'est une face.

Conclusion 1 : le rectangle n'est pas un polygone (thèse 1).

165. P. : D'accord. Est-ce que vous êtes d'accord ? Vous pouvez réagir par rapport à ce qu'il vient de dire ?

166. E. : Ça c'est une face, c'est pas un côté !

Contre-discours . Thèse a : Un côté n'est pas une face.

168. E1 : Un polygone, pour moi, c'est ça (il montre sa trousse).

Thèse2 (généralisation de la thèse 1) : un polygone est un solide composé de figures planes.

169. E3 : C'est ce qui est en 3D en fait.

172. E1 : Si ça c'est une face, ça c'est une face et ça aussi. C'est quoi des côtés ? (E2 montre une arête sur la trousse de E1.).

La définition du côté de E1., opposée au contre-discours de E2, est problématisée.

Thèse b : Un côté=une arête=bord linéaire d'une figure plane ou d'un solide ; différenciation du côté et de la face.

174. E1 : Non, ça c'est des arêtes.

Opposition au discours de M.

Thèse 3 : Un côté, c'est une face ; une arête est le bord d'une figure plane ou d'un solide.

176. E1 : Mais, monsieur, arête et côté c'est pas du tout pareil !

Opposition au discours de E2., recherche de validation.

308. E1 : Alors moi, tout à l'heure, je m'étais trompé aussi. C'est que ici là (il va au tableau) sur la figure plane, il n'y a pas d'arête, c'est des droites.

E1 revient sur sa thèse 3.

Thèse 3' : côté = face.

arête =segment délimitant un solide.

droite = segment délimitant une figure plane.

312. E1 : Ben les arêtes, c'est...Je crois qu'on avait appris quelque chose encore en CE2. C'est que dans les figures planes, y'a pas d'arêtes, c'est des droites, mais ici (le solide) c'est différent...

315. E1 : Je pense que la face c'est toujours le côté qu'il y a devant nous...

E1 modifie une nouvelle fois sa thèse 3, la face devient un "côté" particulier.

316. E3 : On se regarde de face. **Argument justifiant cette nouvelle thèse**

317. E1 : Oui...Par exemple, si on a un cube (il en prend un) ça ça va être la face (il montre la face qui se présente devant lui). Ça dépend comment je regarde aussi... **Explication**

318. P. : D'accord (E1 va se rasseoir). E2 ?

319. E2 : Comme là il y a une figure plane et un solide. Ben là, je pense que dans le solide, on appelle les arêtes les bords et sur la figure plane, on appelle ça les côtés.

Contre-discours. E2 réaffirme sa position en la modifiant légèrement :

Thèse b' : Différenciation du côté et de la face

Un côté =segment délimitant une figure plane.

Une arête = segment délimitant un solide.

326. E1 : Dans le carré, y a des perpendiculaires et ces droites qui sont des perpendiculaires, ... c'est des droites.

Réaffirmation de la thèse 3'

327. P. : On appelle ça côté ou droite ?

328. E1 : On les appelle droite.

329. P. : Et les côtés et faces ?

330. E1 : La face c'est ça (il montre le côté qui se présente de front).

331. P. : C'est forcément ce que tu vois de face ?

332. E1 : Oui. (E2. va au tableau et désigne les faces du pavé).

333. E2 : Oui, mais là c'est pas la même chose.

334. E1 : Ben, si.
335. E2 : Ben, non.
336. E3 : Si.
337. E2 : Ce ne sont que des faces.
E1 prend le cube en carton et montre tous les côtés du cube sauf celui qui est devant lui.
327. E1 : Ça c'est pas des faces.

Simple opposition des deux discours.

328. E2 : Et ça change de nom quand on la tourne !?

Objection de la thèse 3'

329. E1 : Ben, oui.

330. P. : Pour résumer – Pour E2 (ils vont se rasseoir), E2 dit que n'importe quelle forme de ce solide devient une face à partir du moment où ce solide peut tourner et nous on peut tourner autour. Donc, finalement, elle garde le même nom pour chaque forme parce qu'elle trouve que ce n'est pas logique de changer de nom. Pour prouver ça, tu dis que si je fais tourner le solide, j'ai toujours une face devant moi.

331. E1 : Ben, alors, c'est quoi les côtés ?

332. E2 : Y'en a pas dans un solide mais y'en a dans les figures planes.

Réaffirmation de la thèse b'.

333. E1 : Alors ça (le solide) c'est pas un polygone.

E1 admet et éprouve la thèse b'.

334. E2 : Ben, si.

335. E1 : Polygone ça veut dire plusieurs côtés et là si t'as des faces, t'as pas de côtés.

336. E2 : Moi, je pense que les côtés c'est comme les arêtes en fait.

Prémisse : Le côté et l'arête ont même fonction.

348. E3 : Vous, vous dites que y'a que ça, et ben là, c'est le côté droit de la figure plane.

349. E1 : Ça veut dire que ça (le rectangle dessiné au tableau) c'est un polygone, ça !?

350. P. : Qui pense que cette figure est un polygone ? (E2, D. et J. lèvent la main). Qui pense que ce solide est un polygone ? (les autres et E2 lèvent la main).

351. Ensemble : E2 !

352. E2 : C'est deux polygones.

Thèse c : Un polygone peut être une figure plane ou un solide.

353. E1 : Ben pourtant, c'est pas pareil ! Je comprends pas, elle dit que là y'a pas de côtés.

Réfutation de la thèse c.

354. On entend : Elle a peut-être raison aussi, hein...

L'ensemble de la classe commence à changer d'avis

355. E2 : Je dis que l'arête ça a la même fonction qu'un côté.

Réaffirmation de la prémisse permettant de conclure la thèse c ; explication.

374. E1 : Dans une figure plane, les arêtes c'est des côtés.

E1 adopte partiellement la thèse b

376. E2 : Moi, je pense qu'un solide, c'est fait de 6 figures planes, par exemple et si on les attache toutes, ça fait des arêtes. Et si on les détache, ça devient des côtés.

Réaffirmation de la thèse b, avec explication des liens plan entre espace.

Afin de modéliser ce raisonnement, véritable trame de la séance, nous nous proposons de mettre en parallèle le discours de E1 et le contre-discours de E2 par le biais d'un tableau sur lequel nous ferons apparaître les interactions observées.

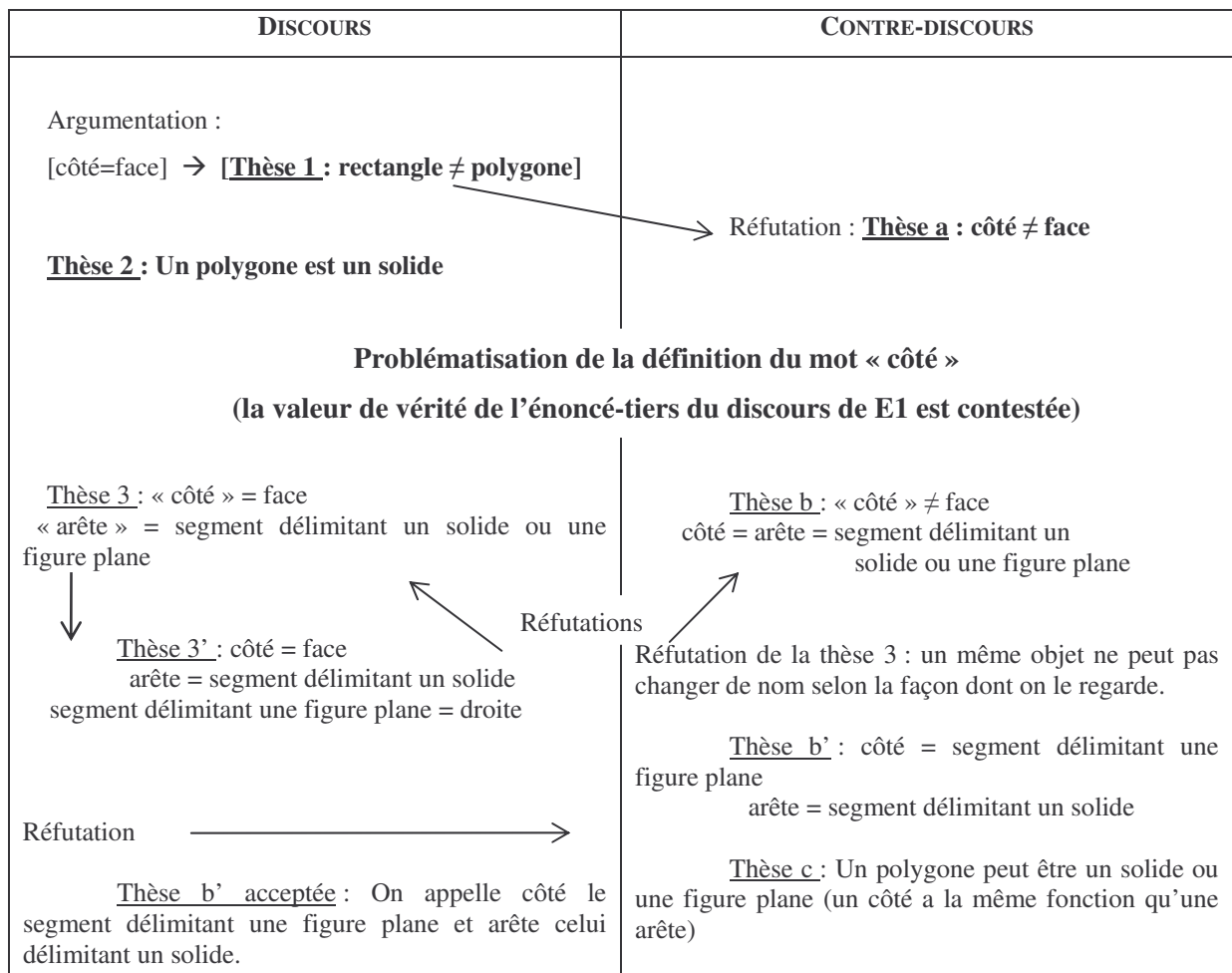


Fig. 14 : Modélisation de la trame argumentative (échange discursif 3)

Conclusion

L'appui de notre analyse des interactions langagières de la deuxième séance de l'Atelier, sur les cadres théoriques livrés par Plantin (1996), nous conduit donc à établir que les jeux de langage qui se construisent alors sur la signification des termes du vocabulaire de la géométrie en jeu dans les activités du dispositif relèvent indubitablement de raisonnements de type argumentatif, dans la mesure où les protagonistes s'attachent en premier lieu à évaluer la valeur épistémique des propositions qu'ils avancent. Nous dirons ainsi que le travail de confrontation et d'évaluation des significations divergentes, dont les élèves et l'enseignant ont ressenti la nécessité à l'issue des activités de la première séance travail, génère un questionnement d'ordre *linguistique* et *ontologique* (nous rejoignons ici les travaux de Héraud, Clément et Errerra (2004) : linguistique parce qu'il naît de la contradiction dans l'usage des mots, ontologique parce qu'il porte sur le discours à élaborer sur les choses. L'enjeu didactique des jeux de langage n'est pas ici de trouver un accord sur l'usage des mots

puisque, nous le verrons dans le paragraphe II.2.3., l'usage des mots est réglé, en géométrie, par un usage scientifique et scolaire auquel les élèves doivent se plier, mais de prendre conscience de la pluralité des significations relatives à un même mot et du caractère contextuel du langage. Nous proposons de développer ce point dont la mise en lumière, dans le langage, s'avèrera centrale dans la possibilité pour les élèves et l'enseignant de dépasser les difficultés liés aux paradoxes sémantiques exprimés.

II.4.2. En explicitant et confrontant les significations contradictoires qu'ils assignent aux termes en jeu dans les activités, les élèves prennent conscience du caractère contextuel du langage

Nous avons établi dans le paragraphe précédent que l'explicitation et la confrontation de significations contradictoires s'effectuent dans le dialogue interactionnel de l'Atelier sous la forme d'échanges argumentatifs initiés par le questionnement des élèves quant à la signification à assigner aux mots dans le contexte de la géométrie et donc du rapport à construire avec les objets de la situation. Plus encore, nous souhaitons souligner ici que les échanges argumentatifs observés constituent pour les élèves une opportunité rare de saisir et éprouver la nécessité de démêler les usages d'un (même) mot, ces usages apparaissant comme relatifs à des formes de vie différentes. Outre la mise à jour des paradoxes sémantiques, la recherche de référence, c'est-à-dire la recherche d'un accord leur permettant d'échanger dans le dialogue interactionnel, permet aux élèves de prendre conscience et d'exprimer le caractère contextuel de la référence.

La nécessité de spécifier la signification des mots pour une construction d'interprétations (c'est-à-dire de connaissances) partagées sur les objets géométriques en jeu est d'abord introduite dans la situation par l'enseignant, à propos de la distinction entre la signification du mot « arête » dans le contexte de la géométrie et certains homonymes du mot évoqués par une élève. Il met ainsi au clair les écarts orthographiques entre l'arête d'un solide et le verbe arrêter conjugué à la seconde personne de l'impératif (séance 2, 248), puis distingue l'arête du solide et l'arête du poisson, exprimant alors explicitement la différence des contextes considérés :

263. P. : Alors – Pourquoi tu veux qu'on l'appelle l'arête ?

264. E. : C'est parce que par exemple les arêtes du poisson c'est souvent dur et un peu droit... enfin, ça dépend des fois mais... pis c'est dur aussi.

265 P. : Alors, arête de poisson.(...) On n'est plus dans un terme géométrique. Bastien ?

Puis, modifiant les significations qu'ils assignent aux mots au fil des échanges argumentatifs, les élèves évoquent la possibilité de différencier le vocabulaire des solides du vocabulaire propre aux figures planes. Ils s'accordent à réserver l'usage des mots arêtes aux objets de l'espace, distinguant ainsi les usages du langage dans le contexte de la géométrie des solides et dans le contexte de la géométrie plane :

296-297. P. : Pourquoi je n'ai pas mis « arête » là ? [sur le rectangle qu'il a dessiné au tableau]
298. E. : Parce que c'est une figure plane

302. E'. : Pourquoi vous n'avez pas mis arête là ? Parce que ce qu'est une figure plane.

388. E. : Moi, je pense qu'un solide, c'est fait de 6 figures planes, par exemple et si on les attache toutes, ça fait des arêtes. Et si on les détache, ça devient des côtés.

Par ailleurs, sans apport extérieur à leur milieu qui leur permettrait de construire un jugement de vérité sur leurs interprétations contradictoires des mots, les élèves ne sont pas en mesure de départager les différentes significations du mot « côté » qu'ils explicitent dans les échanges argumentatifs. La nécessité de « trancher » s'avère alors inéluctable. Elle est ressentie par les élèves lorsqu'ils éprouvent leur incapacité à trancher lequel du rectangle ou du pavé dessiné par l'enseignant au tableau appartient à la famille des polygones, à l'issue du passage argumentatif présenté comme troisième exemple dans le paragraphe précédent. Elle est exprimée par l'enseignant à travers les interventions suivantes :

350. P. : (...) Donc, on va être obligé de trancher un moment ou à un autre. (...)

385. P. : Il est vrai que, dans le langage courant, on confond côté et face mais géométriquement, ce n'est pas la même chose.

402. P. : On a donc encore une distinction à faire entre les notions géométriques et le vocabulaire qu'on emploie tous les jours.

Nous le voyons ici, toute l'originalité et la pertinence du dispositif au regard de notre objet d'étude résident dans la place importante laissée par l'enseignant à la parole de l'élève dans les activités³⁷. Celle-ci permet aux élèves et à l'enseignant d'explicitier et ainsi de mettre en lumière le caractère contradictoire de ces significations se construisant de façon parallèle dans les discours. Ainsi, le travail d'explicitation des références introduit par l'enseignant dans le dispositif pour pallier les difficultés ressenties par les élèves à utiliser ce vocabulaire spécifique de façon opératoire dans les situations de l'Atelier montre de façon exemplaire que les jeux de langage entrepris par les échanges observés permettent aux intervenants de mettre

³⁷ Nous faisons l'hypothèse que la place particulière laissée à la parole des élèves dans le dispositif découle de la particularité de la posture occupée par l'enseignant dans le dispositif. Nous étudierons donc de façon précise les gestes de l'enseignant dans le dispositif dans la Partie 4 de cette thèse.

à jour que leurs différentes traductions des propositions assument des discours divergents sur les objets (ou ontologies). Ce faisant, les élèves et l'enseignant prennent conscience du *caractère contextuel de la référence* que nous avons évoqué en présentant les travaux de Quine et Wittgenstein : les données sensibles des situations proposées peuvent s'interpréter de différentes façons et un discours partagé sur ces données nécessite un accord sur l'usage des termes en jeu. La valeur de vérité de propositions apparaissant dans les jeux de langage dépend de la manière d'utiliser les mots dans le contexte considéré.

L'enjeu didactique de ces jeux de langage consiste ainsi à faire prendre conscience aux élèves que la géométrie constitue un ensemble linguistique systématisé révélant une façon particulière de voir le monde. Le *jeu de langage* de la géométrie apparaît donc comme un contexte d'usage qui délimite la signification particulière des mots. Conformément au cadre conceptuel évoqué en partie 1 (II.2.3), nous voyons que l'apprentissage des savoirs suppose dans ce cas d'utiliser des mots en déplaçant leurs sens lorsqu'ils se réfèrent au réel d'une nouvelle façon. Les accords d'usage, que les élèves perçoivent maintenant comme indispensables, constituent ici une modification de la façon de voir les objets vers des modes de traitement des objets conformes à la forme de vie spécifique que constitue la géométrie. La construction de connaissances géométriques nouvelles passe par le changement de la valeur référentielle des termes en jeu. Sans la prise en compte de ce phénomène, les élèves et l'enseignant se trouvent dans l'impossibilité d'échanger de façon opératoire sur les objets et juger de la vérité des propositions apparaissant dans les jeux de langage. L'explicitation et la confrontation de significations contradictoires a donc permis aux élèves de voir que, conformément aux thèses de Quine et Wittgenstein, « nous nous accordons dans le langage, c'est cet accord dans le langage qui seul donne leur sens au mot ».

II.4.3. Le dépassement des paradoxes sémantiques dans la situation nécessite la détermination des significations idoines et spécifiques aux jeux de langage de la géométrie

Lors de la troisième séance de l'enseignant revient avec les élèves sur la question de la référence des termes et fixe explicitement les significations idoines aux jeux de langage de la géométrie. Il valide directement et explicitement la réponse d'une élève à qui il avait demandé d'identifier les côtés d'un rectangle dessiné au tableau, établissant ainsi l'usage du terme « côté » dans le contexte de la géométrie :

21. P. : [à propos d'un rectangle qu'il vient de dessiner au tableau] Y'a des côtés. Est-ce que Gwendoline, tu peux me montrer les côtés s'il te plaît ? Tu peux même les repasser en une autre couleur.

[Gwendoline se lève, va au tableau et prend une craie.]

22. P. : Montre-nous déjà un côté.

[Gwendoline repasse un côté du rectangle avec la craie de couleur.]

23. P. : Oui. Je peux repasser ?

[P prend la craie et repasse sur ce côté en appuyant davantage.]

24. P. : Et dis-moi, celui-là (il désigne le côté 2), c'est un côté aussi ?

25. E. : Oui.

26. P. : Donc, en fait, j'ai combien de côtés ?

27. E. : Quatre.

28. P. : D'accord. [Gwendoline retourne à sa place.]

Il énonce ensuite une définition du terme polygone en explicitant le fait que les objets qui remplissent ce concept sont des objets du plan :

54. P. : Je rappelle la définition du polygone : un polygone, c'est une figure géométrique plane, donc à deux dimensions : longueur et largeur (il montre sur le rectangle au tableau), qui est composée d'une ligne brisée et fermée. D'accord ? (il suit le contour du rectangle), donc la figure est fermée. Ce sont des lignes brisées.

Il répond ainsi aux questions de référence du mot placées au centre des jeux de langage de la deuxième séance. Il fixe (ou institue) en effet ici de façon forte la signification du terme dans le contexte et modifie radicalement sa position par rapport à celle qu'il adoptait lors des débats précédents, nous le verrons lors de l'analyse de ses gestes (Partie 4, IV), ce qui surprend les élèves :

55. E. : Monsieur ?

56. P. : Oui ...

57. E. : Vous avez dit la réponse.

58. P. : Oui, c'est fait exprès. J'ai dit que je disais ce que c'était.

59. E. : Oui, mais vous avez dit qu'un polygone, c'était une figure plane.

Voulant s'assurer de la levée de toute ambiguïté, il appuie ensuite cette définition en établissant l'appartenance du rectangle au concept de polygone, tranchant ainsi la question soulevée dans la deuxième séance consistant à savoir duquel du rectangle ou du pavé est un polygone :

61. E. : Donc, la figure en 3 dimensions, c'est pas un polygone.

62. P. : Non.

64. P. : Donc, ici on a une figure plane, avec 4 côtés pour celle-ci. Cette figure plane est fermée, donc c'est un polygone. D'accord ?

Il distingue ensuite vocabulaire de la géométrie plane et géométrie des solides, en montrant deux contextes relevant d'usages du langage différents, et définit la référence des termes « face » et « arête » dans le contexte propre aux solides :

84. P. : Donc, voici un solide, par rapport à tout à l'heure, j'ai assemblé deux figures planes ... et puis d'autres aussi. Et bien, dans un solide, les figures planes vont changer de nom, elles vont s'appeler ...

85. E. : Des faces !

86. P. : Oui, très bien, des faces. Il y a une autre partie qui va aussi changer de nom. Dans les figures planes, j'ai des côtés (il montre les côtés du rectangle dessiné au tableau). Dès que j'assemble les figures planes et que les côtés vont se confondre, se superposer, ils vont devenir ...

87. Ensemble : des arêtes !

88. P. : Dans un solide, tous les côtés des figures planes changent de nom et deviennent des arêtes. [il inscrit le mot arête et le relie par un flèche à une arête du pavé dessiné]

L'enseignant insiste enfin explicitement et de façon forte sur le caractère contextuel du langage :

105. P. : Le mot « face », le mot « côté » sont des mots qui peuvent changer de signification en fonction de la matière dans laquelle on les emploie. Donc, à retenir : dès qu'on a un solide, on a plusieurs faces. Les arêtes retiennent les faces entre elles. (...) Voilà, la discipline c'est les mathématiques, la géométrie. Si on utilise face ou côté en production d'écrit par exemple, on pourra l'utiliser pour autre chose : montre-moi ta face, ne perds pas la face, mets-toi de côté, passe de l'autre côté. D'ailleurs, on verra un travail de production d'écrit justement par rapport à ces mots qui sont utilisés dans plusieurs contextes, dans plusieurs disciplines.

Il revient sur ce caractère en répondant à une question d'élève sur les expressions « vu de face », « vu de côté » :

107. E. : Y'a un truc qui est différent aussi, si on regarde, si on emploie les termes géométriques, là c'est de face et puis là c'est de côté.

108. P. : De profil ! Est-ce que tu peux employer les termes géométriques pour une personne ?

Puis il vérifie que les élèves ont acquis ces significations spécifiques en demandant à une élève de « récapituler » ce qui a été dit (110) et en les amenant à remplir un texte à trous (140 à 179). Enfin, les élèves sont conduit à utiliser le vocabulaire de géométrie, maintenant spécifique et partagé, en décrivant des solides dessinés en perspective cavalière par le biais d'un tableau. Les élèves doivent alors identifier le nombre et la nature des faces des solides selon les catégories suivantes :

Solide	Nombre de faces	Faces polygonales				Faces non polygonales	
		Carré	Rectangle	Triangle	Autre	Disque	Autre
a							

Cette activité permet aux élèves de faire fonctionner les significations idoines qui viennent d'être établies en situation, de façon opératoire.

Alors que l'enjeu des jeux de langage de la séance précédente résidait dans l'explicitation et la confrontation de significations contradictoires, permettant aux élèves de prendre conscience de la nécessité de prendre en compte le caractère contextuel du langage, le travail consiste ici à délimiter les conditions spécifiques d'usage des termes et des règles d'utilisation. Pour les élèves, la validité des connaissances nouvelles nées des accords d'usage des termes de la géométrie déterminés, est attestée par leur capacité à être opératoire dans

l'activité de description de solides. Soulignons ici que, contrairement à l'idée « d'accord dans le langage » induisant une dimension comportementale aux modalités d'accord, les accords d'usage en géométrie (et, nous croyons, dans les mathématiques en général) sont tributaire d'une délimitation réglée de la référence des termes, cette délimitation étant *établie et contrôlée* à l'école par les Instructions Officielles en vigueur. L'accord ne résulte donc pas ici de la recherche d'un consensus visant à rendre le vocabulaire en jeu opératoire mais les règles d'usage sont fixées indépendamment des jeux de langage de la situation. Nous le disions précédemment l'enjeu didactique des jeux de langage ne réside pas dans la recherche de cet accord mais dans la mise à jour des paradoxes sémantiques sous-jacents aux discours et induisant des malentendus, dont les élèves et l'enseignant ne prennent que rarement conscience à l'école, et dans la mise en lumière du caractère contextuel du langage.

III. CONCLUSION

En guise de conclusion, nous proposons de mettre en évidence l'apport des jeux de langage de l'Atelier dans l'élaboration d'un vocabulaire géométrique spécifique et partagé en modélisant dans le tableau figurant page suivante la façon dont les élèves construisent dans le langage des interprétations contradictoires des termes du vocabulaire élémentaire de la géométrie en jeu dans les activités de l'Atelier, y rencontrent leur ignorance relative à un usage idoine et opératoire de ce vocabulaire puis y lèvent cette ignorance dans le contexte de l'Atelier.

CONSTRUCTION DE JEUX DE LANGAGE DANS LESQUELS LES ÉLÈVES RECOURENT À UN USAGE NON RÉGLÉ DES TERMES

Quand ? Lors de l'élaboration de critères dans l'activité de classement d'emballages selon des « ressemblances géométriques » et de l'activité de mise en relation de solides représentés dans différents registres de représentation

- Entrée des élèves dans les activités en convoquant les mots « forme », « côté » qui admettent des significations divergentes dans différentes formes de vie (langage géométrique ou langage courant, premier moyen d'expression et de communication).
- Sans accord d'usage spécifique à la forme de vie de la géométrie, émergence de phénomènes de paradoxes sémantiques relatifs à ces termes et construction dans les jeux de langage d'interprétations contradictoires de l'expression « forme polygonale » ou de la proposition « un polygone est une forme à plusieurs côtés ».

En interprétant d'abord les termes en jeu dans un langage courant qui leur est familier, les élèves construisent à travers les jeux de langage des rapports aux objets de la situation (les solides) et aux objets de savoir en jeu (concepts de « côté » et de « polygone ») non adéquats au contexte de la géométrie.

CONFRONTATION DES ÉLÈVES AUX AMBIGÜITÉS RÉFÉRENTIELLES SOUS-JACENTES À LEURS DISCOURS

Quand ? Lors de la mise à l'essai des critères dans l'activité de classement (séance 1) et de la tentative d'explicitation de la définition du terme « polygone » (séance 2)

Les élèves et l'enseignant prennent conscience que les significations qu'ils assignent aux termes « formes », « côté », « polygone » ne sont pas partagées : les mêmes mots désignent des objets différents selon les élèves, leur utilisation en situation n'est pas opératoire.

La richesse des jeux de langage permet aux élèves d'exprimer les références des termes qu'ils utilisent et de mettre ainsi en évidence les ambiguïtés référentielles sous-jacentes à leurs discours.

RÉSOLUTION DES CONTRADICTIONS

1^{ÈRE} MODALITÉ

AJUSTEMENT DANS LES JEUX DE LANGAGE DES SIGNIFICATIONS DES TERMES POUR UNE UTILISATION OPÉRATOIRE EN SITUATION

Quand ? Dans les jeux de langage de la séance 1

Les élèves se montrent capables de modifier la référence des mots « forme » et « face » dans les jeux de langage et d'en limiter ou d'en étendre le champ d'application au fur et à mesure de la recherche d'un rapport adéquat aux objets de la situation. La forme désigne d'abord l'allure générale d'un solide ou d'une figure plane puis les élèves en restreignent la référence pour ne plus désigner que la nature des faces d'un solide. Sans que cela ne soit explicité, la référence de ces termes se construit progressivement et se délimite par leur capacité à permettre d'agir dans les activités.

2^{NDE} MODALITÉ

MISE EN OPPOSITION DES SIGNIFICATIONS CONTRADICTOIRES ET DÉTERMINATION D'UN ACCORD D'USAGE

Quand ? Dans les jeux de langage de la séance 2, lors de la reprise du débat puis au début de la séance 3

- Les élèves explicitent et mettent en opposition les significations contradictoires qu'ils assignent aux mots « côté » et « polygone » dans des échanges argumentatifs
- L'enjeu de ces jeux de langage ne consiste pas de trouver un accord sur l'usage des termes dans le contexte de la géométrie, puisque cet usage est prédéterminé et contrôlé par la communauté scientifique et les Instructions Officielles, mais les jeux de langage permettent aux élèves d'éprouver le caractère nécessairement contextuel du langage : un même mot peut renvoyer à des références différentes selon la forme de vie dans laquelle il est employé, la géométrie constitue une forme de vie particulière et son langage confère aux termes en jeu des significations spécifiques à ce contexte. Les élèves perçoivent alors la nécessité d'explicitier le bon usage des mots dans ce contexte.
- L'enseignant délimite les règles d'utilisation des mots en jeu et institue leur signification spécifique dans le contexte de l'Atelier. Les élèves font fonctionner ces significations en situation (texte à trous) et éprouvent le caractère opératoire des usages établis dans une activité de description de solides (fin séance 3).

QUATRIÈME PARTIE : ANALYSE DES GESTES DE L'ENSEIGNANT DANS LA RÉALISATION DU DISPOSITIF D'ATELIER DE GÉOMÉTRIE

I. NOTRE MÉTHODOLOGIE D'ÉTUDE

I.1. Du modèle théorique de Sensevy et al. à notre méthodologie d'étude

La modélisation de l'action didactique du professeur élaborée par Sensevy et al. (2000), reprise par Sensevy (2002) et présentée au paragraphe II.4.3, propose d'appréhender la complexité de l'action du professeur, sa nature et ses fins, en mettant en place un « réseau descriptif » constitué par trois niveaux de description : le niveau 1 des structures fondamentales de l'action, le niveau 2 des grands types de tâches, le niveau 3 des classes de techniques.

Dans ce cadre, comprendre et expliquer les gestes de l'enseignant consiste ainsi, d'après (Sensevy et al., 2000, p.295), à pouvoir :

- identifier clairement l'action de l'enseignant comme fonctionnellement structurée par les nécessités de la relation didactique : l'action professorale est avant tout relationnelle ;
- décrire son activité sous forme de grands types de « tâches » dont l'existence est elle-même nécessitée par le type d'action que la relation didactique suppose ;
- comprendre et montrer que ces tâches s'accomplissent à l'aide de « mixtes techniques » identifiés lors de l'analyse du déroulement de la séance.

Pour Sensevy et al. (2000), l'appui simultané sur divers organisations descriptives semble la plupart du temps nécessaire pour saisir dans sa complexité l'action didactique du professeur.

La mise en œuvre de cette modélisation pour l'analyse des gestes de l'enseignant dans la situation « Atelier » de géométrie en cycle 3 qui nous intéresse ici suppose tout de même l'élaboration d'une méthodologie opératoire, en regard avec notre objet d'étude. La volonté de l'enseignant d'aborder les notions géométriques visées par son apprentissage par le biais de « situations de recherche » indique que permettre aux élèves de rencontrer leur ignorance (Sensevy, 2001, p.37) constitue un objectif pédagogique majeur pour l'enseignant. L'« Atelier » que nous étudions est en effet reconnu par les élèves comme par l'enseignant comme un moment particulier. Outre ses objectifs en termes de connaissances, l'enseignant

est ici soumis à une contrainte interne forte : permettre aux élèves de construire leurs connaissances en instaurant un rapport particulier au savoir dans une « situation de recherche ». L'analyse a priori de la situation (Partie 2, III. 1.5) nous a montré que cette contrainte semble susceptible de conférer à la situation une certaine dimension adidactique qui nous permet de penser que le modèle présenté ici peut être adapté à notre situation et s'avérer constituer un outil pertinent pour l'analyse des gestes de l'enseignant. Il s'agit alors pour nous de décrire et de comprendre les manières de faire de l'enseignant lui permettant, dans la situation étudiée, de produire et d'entretenir un rapport approprié au milieu par rapport à ses finalités : mettre les élèves en situation de recherche et de communication sur les caractérisations des solides. Comment l'enseignant permet-il aux élèves, dans cette situation, de rencontrer leur ignorance, notamment à propos d'une signification partagée du vocabulaire de géométrie, et quelles techniques utilise-il pour permettre aux élèves de la lever ?

Notre parti pris est donc d'identifier des « moments » dans lesquelles des choses se passent et se déterminent, puis de tenter de décrire les manières de faire de l'enseignant dans chacune de ces unités. La caractérisation et l'identification de tels « moments » devront alors faire l'objet de choix théoriques que nous préciserons dans ce paragraphe (I.1.5).

Notre méthodologie d'analyse des gestes de l'enseignant consiste ainsi en plusieurs étapes, que nous présentons dans ce paragraphe et que nous recensons ici brièvement pour clarifier notre propos. Il s'agit d'abord, dans une analyse ascendante, de partir de la transcription de la séance pour décrire une première fois l'action didactique du professeur dans la situation (I.1.1), puis de dégager de cette description des *techniques* identifiées comme régulières dans la situation. Dans un second temps, une analyse descendante des gestes de l'enseignant vise à élaborer une nouvelle description de l'action didactique de l'enseignant en termes réinvestissant les catégories de techniques identifiées. Il s'agit alors d'analyser la façon dont l'enseignant met en place et associe ces techniques en fonction de ce qui se passe en classe, c'est-à-dire selon des « moments » didactiques qui nous restent à caractériser. Nous élaborons une description des manières de faire de l'enseignant en situation. Enfin, nous dégagerons de cette description une modélisation de l'action professorale, révélant la façon dont l'enseignant fait fréquenter la situation à ses élèves. Pour revenir au cadre théorique proposé par Sensevy et al. (2002) puis par Sensevy (2002), point d'ancrage de notre méthodologie, cette dernière étape donne lieu à un nouveau niveau de description de l'action didactique du professeur, que nous formulerons en termes de tâches (voir Partie I,4.3).

L'objet de ce paragraphe consiste à présenter au lecteur de façon détaillée la raison d'être de chacune de ces étapes et la manière dont nous les avons conçues. Nous ne

reviendrons cependant pas sur la définition de la « tâche », outil de modélisation présenté dans le cadre théorique de notre analyse (Partie I, 4.3).

Nous faisons également remarquer au lecteur que nous ne reviendrons pas dans cette analyse sur le troisième niveau de description de l'action didactique du professeur évoquée par Sensevy et al. (2000), en termes de *structures de l'action* (Partie I, 4.3). Toutefois, ces structures sous-entendent bien sûr toute notre méthodologie : nous partons de l'hypothèse selon laquelle l'action de l'enseignant comporte des dimensions essentielles intrinsèquement liées aux fonctions que confère l'enseignant à son action, et nous adoptons les catégories de structure identifiées par Sensevy et al. (2000) sous les termes « définir », « réguler », « dévoluer », « instituer ». Nous corroborons sur ce point les propos de ces auteurs qui présentaient ces structures comme caractérisant toute situation.

Notons enfin que ce travail, comme partie intégrante d'une analyse des jeux de langage, consiste à tenter de comprendre les techniques langagières mises en place, de façon plus ou moins consciente, par l'enseignant. Mise en relation avec l'étude des potentialités des jeux de langage dans la situation d'« Atelier », cette analyse s'attachera donc aux mots employés par le maître et ne prendra pas en compte les gestes et attitudes de l'enseignant en classe.

I. 1. 1. Description de l'action didactique de l'enseignant

Une appropriation et adaptation du modèle théorique que nous venons de présenter à notre situation et à notre objet d'étude sont donc nécessaires, par la prise en compte de questions théoriques restées en suspens d'abord, puis par la mise au point d'une méthodologie pertinente et opératoire au regard de notre objet de recherche : les potentialités de jeux de langage dans l'élaboration d'un vocabulaire de géométrie spécifique et partagé au cycle 3.

Concernant les questions théoriques, une question essentielle de ce travail réside d'abord dans le problème de la description de l'action. Comme le soulignent Sensevy et al. (2000, p.276), une action donnée peut être décrite d'un grand nombre de façons, selon les catégories utilisées pour la description. Il s'agit donc de déterminer un mode de description qui nous permette à la fois de comprendre la situation dans sa globalité, de dégager des phases didactiques pertinentes rendant compte de l'action des élèves et de l'enseignant, mais aussi et surtout de saisir avec précision la nature et le sens de chacune des interventions de celui-ci.

La description de l'action du professeur a ici des enjeux multiples : envisager les actes de l'enseignant le plus précisément possible, déterminer leur sens dans la situation, puis

réinvestir le modèle théorique proposé afin de dégager, à partir de régularités observées, des types de techniques et des types de tâches. Enfin, notre analyse vise à mettre en rapport les épisodes didactiques retenus avec des tâches et techniques utilisés par l'enseignant dans l'espoir de saisir et de comprendre comment celui-ci, dans la situation, associe des techniques de types différents lors d'unités didactiques particulières afin de mettre en place une situation que l'analyse en termes de jeux de langage nous montre comme pertinente pour l'élaboration de significations spécifiques et partagées en géométrie.

Pour ce faire, face à l'ampleur du dispositif étudié, nous choisissons d'abord d'analyser le déroulement effectif de la première activité de la première séance observée, activité concernant le classement d'emballages de produits divers dans un contexte d'inventaire. L'analyse de ce travail a pour objectif de nous permettre de dégager des traits caractéristiques et pertinents, au regard de notre objet d'étude, des modalités d'action de l'enseignant dans la situation. Nous verrons ensuite si le type d'action professorale ainsi décrit est réinvesti avec régularité par l'enseignant dans les autres activités de l'« Atelier », et nous mettrons en relation les éventuelles modifications de son action en fonction des différents types d'activités proposés.

Comme le suggéraient Sensevy et al. (2000), nous adoptons d'abord un grain de description de l'action de l'enseignant très petit, de l'ordre de l'intervention, voire de la phrase. Ce choix est guidé par la nécessité ressentie de parvenir à des unités lexicales révélatrices de sens. Un premier travail consiste alors à décrire l'action professorale en rendant compte du jeu du professeur avec les élèves et du dynamisme de la situation. Une première étude du déroulement effectif de l'activité nous permet de conférer à chacune des interventions ou phrases de l'enseignant un sens dans l'action didactique, sens dont le praticien n'a pas nécessairement conscience. Cette étude donne lieu à un tableau recensant interventions et descriptions de l'action locale du maître, dont nous vous proposons un extrait :

Interventions de l'enseignant	Description de l'action de l'enseignant
1. Compréhension de la situation et de la consigne	
Découverte de la situation	
<p>1. On part sur un travail de 6 à 7 séances sur la géométrie.</p> <p>3. Voilà, il y a une volonté précise de ma part d'avoir disposé les tables comme cela. Je vais vous donner un document. Vous allez prendre une minute pour le lire.</p> <p>4. Bien. C'est lu ? Thomas, à toi, tu lis la consigne à voix haute, s'il te plaît.</p> <p>6. Merci. Est-ce qu'il y a besoin d'informations complémentaires ? Est-ce qu'il y a certains mots que vous ne comprenez pas ?</p> <p>8. G-Stoc?</p>	<p>P. présente le travail aux élèves. Il met en évidence le caractère coopératif du travail engagé comme l'indique l'utilisation du pronom « on ». Il définit le cadre de ce travail : il s'agit d'un travail de géométrie qui s'articulera autour de 6 à 7 séances. La fonction relationnelle de cette intervention est forte. P. sollicite l'engagement de tous dans cette activité et se place avec les élèves (« on »).</p> <p>P répond à la remarque d'un élève sur la disposition des tables. Il explique ce que l'élève a remarqué : la disposition particulière des tables dans la classe. Il montre qu'il organise un espace de travail particulier de façon délibérée.. Puis il annonce le travail incombant aux élèves avant de distribuer la fiche : lire le texte individuellement.</p> <p>P. s'assure de la lecture de la consigne puis il désigne un élève pour la relire à haute voix. P. incite donc les élèves à lire deux fois le texte pour leur permettre de comprendre la situation et de s'appropriier la tâche. La formulation d'expressions de politesse (« s'il te plaît », « merci ») accentue l'aspect coopératif du travail entrepris.</p> <p>L'enseignant s'assure de la compréhension de la consigne, de la situation puis du vocabulaire. P. indique aux élèves qu'il est important de prendre du temps pour comprendre cette situation, il les incite à poser des questions.</p> <p>P. reprend le terme formulé par un élève pour lui témoigner qu'il l'a entendu et renvoyer sa question (implicite) à la classe. Il construit alors la fiction de son ignorance et donne ainsi aux élèves un espace pour exprimer leur point de vue et s'approprier le problème soulevé.</p>
<p>Code couleur des techniques :</p> <p>Reprise de la formulation des élèves/ « d'accord » Réponse directe à une question non visée</p> <p>Mise en évidence de contradictions Multiplication des formulations Construction d'un espace de travail collectif</p> <p>Validation, P. marque son accord Oriente les débats, impose l'objet du questionnement Sollicitation des interactions</p> <p>Gestion du temps Gestion des débats (distribue la parole)</p>	

Fig. 15 : Tableau 1, Première description de l'action didactique du professeur, par interventions

Nous attirons l'attention du lecteur sur le fait que ces interprétations locales du sens des interventions de l'enseignant ne nous semblent recevables que dans la mesure où notre collaboration avec celui-ci et les mois d'observation de l'« Atelier » en classe nous ont permis d'acquérir une connaissance approfondie du dispositif et de ses intentions globales quant à la forme du travail engagé (situation de recherche et de communication). Ces interprétations admettent également comme arrière-plan notre objet d'étude : les modalités de gestion des interactions langagières.

I. 1. 2. De la description de l'action didactique de l'enseignant à l'identification de types de techniques

Revenant ensuite au modèle théorique de l'action didactique du professeur proposé par Sensevy et al. (2000) et aux pistes de méthodologie d'analyse qu'il nous offre, nous tentons ensuite de dégager de ces descriptions locales de l'action de l'enseignant des types de techniques, issus de l'observation de manières de faire, ou plutôt de manières de dire récurrentes. L'élaboration de ces techniques se veut alors la plus exhaustive possible : si ces techniques s'illustrent par des formes langagières parfois différentes, chacune des intentions locales de l'enseignant doit pouvoir être rattachée à l'une de ces techniques. Nous retenons ainsi dix-sept items de techniques que nous proposons de recenser :

- 1 : *créer et entretenir un travail collaboratif* : ce type de techniques désigne les actions locales de l'enseignant visant à construire et alimenter la participation active des élèves à l'activité. Soucieux que chaque élève s'engage à prendre en charge la situation, l'enseignant emploie par exemple le pronom « on » pour signifier qu'il s'intègre au groupe classe dans l'exploration de l'activité :

Séance1, 77 P. : « **On** va le faire collectivement »

Il fait également preuve d'une grande politesse envers les élèves, et feint parfois son ignorance, se positionnant là aussi comme membre de l'équipe de travail qu'il conduit, certes, mais dont il n'est qu'un élément. Par cette technique³⁸, l'enseignant favorise la dévolution³⁸,

- 2 : *Répéter, reprendre pour diffusion* : L'enseignant répète partiellement ou totalement, ou reprend, une proposition d'élève. Son intervention peut à la fois être dirigée vers cet élève, dans une sorte de demande de confirmation, et/ou vers la classe vers qui il diffuse l'information afin de solliciter des réactions. Il garantit ainsi l'appropriation des énoncés par les élèves et les conditions nécessaires à l'implication de tous dans les discussions de la classe, il organise également la confrontation des points de vues des élèves :

Séance 1, 19. P : Où est-ce qu'elle travaille ta maman ?

20. E. : **A Carrefour.**

21. P. : **A Carrefour.** Et elle s'occupe d'un rayon particulier ?

Séance 1, 69. E. : Ce qu'il faudrait, ce serait les **classer d'abord par forme géométrique, comme ça on peut les empiler**, et puis après par produit : alimentation, vaisselle,...

70. .P. : D'accord, pour toi, **par forme géométrique c'est pour les empiler...**

³⁸ La dévolution est définie par Brousseau (1998, p.303) comme l' « acte par lequel l'enseignant fait accepter à l'élève la responsabilité d'une situation d'apprentissage (adidactique) ou d'un problème et accepte lui-même les conséquences de ce transfert. »

Par cette technique, l'enseignant modifie le milieu en y faisant entrer des informations sur lesquelles les élèves vont devoir prendre position. L'aménagement du milieu consiste ici à construire et aménager le rapport des élèves à des significations plus ou moins pérennes, et à amener les élèves à traiter des significations locales fournies ici par des énoncés d'autres élèves, au regard de connaissances déjà acquises ou par le rapport singulier avec le milieu déjà constitué. Ces données constituent alors une introduction au milieu à construire.

Cette technique est à rapprocher de la « diffusion dialogique » retenue par Sensevy et al. (2000, p.282, 283) qui insistent à ce propos sur la « fonction mésogénétique fondamentale de la construction du dialogue *trilogique* » entre l'enseignant, l'élève et la classe. Pour les auteurs, « une bonne partie de l'action du professeur peut donc consister, dans un *contrat constructiviste*³⁹ (Brousseau, 1995), à diffuser les énoncés pertinents d'élèves, et à assurer leur appropriation-discussion par la classe. »

- 3 : *Proposer une double formulation d'une question ou d'une assertion* : Énoncer une question ou une assertion puis la reformulant : L'enseignant propose plusieurs (souvent deux) formulations d'une information, d'une question qu'il introduit dans le milieu :

Séance 1, 13. P. : (...) D'autres **mots que vous ne comprenez pas** ou **qui vous sont étrangers** ? (...) **Vous avez tout compris** ?...

Séance 1, 81. P. : Ce que je veux, ce sont **les critères de classement**, c'est-à-dire qu'est-ce **qui va nous permettre de classer**.

Par cette technique, l'enseignant favorise là aussi l'appropriation par l'ensemble de la classe de consignes, de contraintes qu'il introduit. Il construit les conditions nécessaires à l'implication de tous pour une construction collaborative du milieu.

- 4 : *Manifester son écoute* : L'enseignant, essentiellement par l'emploi de l'expression « d'accord », manifeste à l'élève qu'il entend et prend en compte sa proposition. Il n'émet pas d'avis sur l'énoncé de l'élève mais donne une place à son intervention dans les

³⁹ Brousseau définit le contrat constructiviste de la façon suivante : « Dans ce (...) contrat, les situations qui conduisent l'élève à l'apprentissage de connaissances ne sont plus des situations « naturelles ». Le professeur organise le milieu et lui délègue la responsabilité des acquisitions. Mais cette organisation est dérivée essentiellement du savoir visé et de la connaissance des processus d'acquisition des élèves (...). Les savoirs (anciens) ne se manifestent que comme prérequis, c'est-à-dire comme moyens de formuler les conditions initiales de la situation, l'énoncé du problème, comme moyens d'évoquer les stratégies de base etc. Le recours à des phases a-didactiques (d'action, de formulation ou de validation) pour faire créer diverses formes de connaissances est un exemple de ce contrat. » (Brousseau, 1995, p.26)

débats qui animent la classe. Il alimente ainsi la dévolution de la situation aux élèves en donnant à leurs propositions un rôle central dans l'espace de travail. Cette technique apparaît ainsi comme une technique d'ordre topogénétique,

- 5. *Poser une question à la classe*
- 6. *Poser une question à un élève*
- 7. *Donner la parole à un élève qui la sollicite*

Par ces trois techniques, l'enseignant construit et alimente la structure dialogique du travail qu'il engage, que l'on doit regarder comme une structure *tripolaire* (Sensevy, et al., 2000, p.282) entre le professeur, la classe, l'élève. Par ces techniques, l'enseignant gère la topogénèse de la situation en donnant une place à l'expression des connaissances et points de vue des élèves.

- 8. *Solliciter un échange, voire une confrontation, entre élèves* : Gestionnaire des interactions entre élèves, l'enseignant alimente la structure dialogique en favorisant particulièrement ici les échanges entre élèves. Pour ce faire, il incite les élèves à se positionner face à la proposition d'un des leurs ou pointe des contradictions entre les points de vue exprimés :

Séance 1, 42. E. : On a des boîtes, des produits, et des produits qui vont sur un même rayon et en fait on doit, selon des ressemblances géométriques, les rassembler.
43. P. : D'accord. (A l'élève d'à côté) **Par rapport à ce qu'il a dit...**

45. P. : **Tu veux réagir par rapport à ça ?**

L'étude de la place de cette technique dans l'action de l'enseignant, et son poids face aux techniques précédentes qui concernent plutôt les échanges enseignant-élèves et enseignant-classe, nous permettra de saisir la place et le rôle de l'enseignant comme meneur de jeu. En effet, une première observation de la situation nous laisse à penser que sa particularité vient pour l'essentiel de l'importance des échanges entre élèves, dans le but de dégager des consensus sous la direction de l'adulte. Alors que nous avons d'abord cantonné la description des échanges langagiers aux trois techniques précédentes (*poser une question à la classe, poser une question à un élève, donner la parole à un élève qui la sollicite*), nous avons dans un second temps ajouté cette technique qui nous semblait indispensable pour rendre au mieux compte des modalités des interactions, et en particulier pour prendre en compte, dans notre analyse de l'action professorale, les échanges d'élève à élève, caractéristique majeure de la situation étudiée.

- 9. *Imposer, orienter vers des objets de travail, définir le travail en début de sous-tâche* : Adoptant un rôle plus interventionniste cette fois, l'enseignant se positionne parfois comme maître du jeu pour imposer des objets de travail, par le biais de questions ou de consignes plus impératives. Cette technique revêt à la fois une dimension mésogénétique, puisque l'enseignant introduit et impose de nouvelles pistes de travail dans le milieu en construction, une dimension chronogénétique, dans la mesure où l'enseignant accélère ainsi l'avancée du travail en orientant les élèves vers des modes de traitement et d'interprétation des objets appropriés dans la situation, mais aussi une dimension topogénétique puisqu'il se place comme acteur principal et gestionnaire de l'activité, avant de construire les conditions d'une nouvelle dévolution de la question ainsi introduite :

Séance 1, 6. P : (...) Est-ce qu'il y a besoin d'informations complémentaires ? **Est-ce qu'il y a certains mots que vous ne comprenez pas ?**

79. P : **J'aimerais avoir** des informations pour faire ce classement. Justine !

81. P : **Ce que je veux**, ce sont les critères de classement, c'est-à-dire qu'est-ce qui va nous permettre de classer.

- 10. *Sélectionner des objets de travail dans les propositions des élèves* : L'enseignant ne se contente pas ici de répéter un énoncé d'élève pour diffusion mais sélectionne, dans la proposition d'un élève, une piste de travail révélant un rapport approprié au milieu et en adéquation avec les objectifs qu'il s'est fixé. Il engage alors les élèves à poursuivre dans cette voie :

Séance 1, 15. P. : Personne n'a un papa qui a une épicerie ou un magasin, ou qui travaille dans un magasin...

16. E. : Si, ma maman en fait des inventaires.

17. P. : D'accord. **Tu peux expliquer alors ?**

Séance 1, 84. E. : Par exemple il y a les **formes rondes**, « Le moine » par exemple, et puis la sauce tomate.

85. P. : Avant de ... Donc qu'est que vous verriez dans les **formes rondes**... Bastien ?

(Alors que les élèves tentent de définir la dénomination et la caractérisation d'une classe de solides, l'enseignant suit l'élève qui commence à mettre à l'essai la dénomination proposée en anticipant le classement effectif des solides dessinés).

- 11. *Mettre en évidence des contradictions dans les propositions des élèves* : L'enseignant pointe explicitement les contradictions entre les propositions des élèves. Ces contradictions résultent parfois d'une divergence dans l'interprétation de la situation, de la

consigne ou d'énoncés ; ils peuvent aussi résulter de l'affrontement entre deux conceptions construites⁴⁰ :

Séance 1, 46. E. : Je suis un peu d'accord avec lui pour mettre les aliments d'un côté et puis les objets... Mais les aliments d'un côté, on pourrait aussi les classer comme par exemple les fromages. (Damien lève la main et est interrogé.)

47. E. : Mais moi, Quentin, je trouve que c'est pas bien parce que la consigne c'est « les classer avec la forme de l'emballage ».

(...)

51. P. : **Ça ne correspond pas à ce qu'il dit alors ?**

150. P. : Alors, **je sens une divergence de points de vue** sur « sommet », « arête » et « côté plat ». Vous n'êtes pas tous d'accord sur ce que veulent dire « arête », « sommet » et « côté plat ».

En mettant ainsi en évidence une contradiction entre les points de vue d'élèves, l'enseignant permet à ceux-ci de prendre conscience d'obstacles cognitifs, de significations ou conceptions divergentes. Il dévolue alors à la réflexion collective l'élucidation de ces contradictions et la recherche d'un consensus permettant aux élèves d'élaborer des interprétations et significations partagées.

- 12. *Marquer son accord, instituer une proposition de la classe en connaissance* : L'enseignant marque explicitement son accord en réponse à une proposition d'un élève. Il stabilise alors l'information apportée par l'élève en connaissance jugée comme valide et à partir de laquelle le milieu va pouvoir évoluer :

Séance 1, 35. : P. : En fait, **Laure a raison**, dans la distribution, c'est-à-dire pour les produits de consommation, c'est une fois par an. **L'inventaire, ça sert à comparer ce qui a été commandé et ce qui reste en magasin.**

Séance 1, 94. E. : On pourrait mettre les ronds et les ovales dans un même groupe... en fait tous ceux qui n'ont pas de sommet, de face, non de côté.

95. P. : **Donc là, je mettrais formes rondes** et ici...

Dans un contrat constructiviste, cette technique participe à l'enrichissement du milieu des élèves et à la régulation des rapports qu'entretiennent les élèves avec les objets de la situation.

- 13. *Instituer le langage du jeu* : Après l'élaboration d'un consensus entre élèves, l'enseignant stabilise le lexique du jeu et les significations qui s'y rapportent, jugées comme adéquates à un rapport approprié aux objets de la situation :

⁴⁰ Dans ce cas, une telle contradiction constitue une macule au sens de Ratsimba-Rohn (1992) : « contradiction constituée résultante de l'affrontement entre deux conceptions construites » (cité par Sensevy, 2000, p.283).

Séance 1, 87. P. : Donc, euh, est ce qu'on pourrait les appeler [les emballages dessinés] autrement que par leur...

(...)

89. P. : **Oui, y'a des lettres.**

Séance 1, 126. Quentin : Comment ça s'appelle aussi les ronds ?

129. P. : **Pour l'instant, ça sera formes arrondies.**

Séance1, 112. P. : Donc, tu as parlé de polygones, oui...les formes poly...

113. E. : polygonales.

114. P. : **Les formes polygonales, oui. (Il l'écrit au tableau, dans la 2^{ème} colonne)**

Cette technique topogénétique (l'enseignant reprend la main) admet à la fois une dimension mésogénétique, dans la mesure où elle contribue à l'aménagement, l'enrichissement du milieu des élèves, et une dimension chronogénétique puisqu'elle marque et permet l'avancée du travail des élèves.

- 14. *Instituer des modalités d'action* : De manière similaire, l'enseignant stabilise et valide le mode de traitement des objets et institue des moyens d'action appropriés dans la situation. L'enseignant fait appel à cette technique, par exemple, lorsqu'il inscrit au tableau les deux classes de solides retenues par les élèves afin de mener à bien le classement effectif des emballages dessinés, dans la première séance de l'atelier :

Séance 1, 99. (P. écrit au tableau, 1^{ère} colonne à gauche.) **formes rondes (toutes les formes qui n'ont pas de sommet).**

114. P. : **Les formes polygonales, oui. (Il l'écrit au tableau, dans la 2^{ème} colonne.)**

- 15. *Répondre à une question non visée, en clôturant* : Gestionnaire du temps, l'enseignant répond parfois directement à une question soulevée par un élève mais qu'il n'avait pas prévu d'aborder. Il se refuse alors à dévoluer la recherche de la réponse à la classe, apporte la solution de manière ostensive et clôturé la réflexion sur la question :

Séance1, 12. E. : Pourquoi on n'a pas le droit de faire de la pub ?

13. P. : Pourquoi on n'a pas le droit de faire de la publicité ? **C'est pour ne pas vous influencer à aller dans certains magasins.** D'autres mots que vous ne comprenez pas ou qui vous sont étrangers ?

Séance1, 73. E. : Vous avez dit aussi « plusieurs groupes ou 2 groupes » mais 2 groupes ça peut être plusieurs.

74. P. : **Oui, dans 2 on est déjà plusieurs, effectivement. Quand je disais « plusieurs » j'entendais plus que 2.** Je pense que tu avais compris.

Cette technique relève bien sûr avant tout d'une technique de type chronogénétique. Elle admet également un aspect mésogénétique dans la mesure où l'enseignant contribue à l'enrichissement du milieu des élèves et topogénétique puisque l'enseignant passe d'un rôle de gestionnaire d'interactions à celui de maître qui explicite des connaissances.

- 16. *Conclure* : L'enseignant met un terme à une discussion pour aménager la transition vers une nouvelle tâche locale :

Séance 1, 39. P. : **Voilà**. Donc ici, il y a un inventaire qui est fait. Tu nous relis la consigne, par exemple, Magali.

Cette technique revêt essentiellement pour nous une dimension chronogénétique dans la mesure où elle permet à l'enseignant de gérer le temps et les objets de l'activité des élèves.

- 17. *Laisser une question en suspens* : Se refusant à livrer une solution à un obstacle soulevé par les élèves, par le constat de contradictions ou par la mise en évidence de la *rencontre des élèves avec leur ignorance* (Sensevy, 2001), l'enseignant pointe explicitement la difficulté sur laquelle butent les élèves et décide de reporter son élucidation. Cette technique révèle la nécessité ressentie par l'enseignant d'avancer avec ses élèves dans le temps didactique : il ne faut pas se détourner de l'essentiel. L'enseignant n'avait sans doute pas prévu de travail spécifique autour des difficultés soulevées par les élèves ; cependant, dans un contrat constructiviste, il juge ces questions suffisamment importantes pour ne pas y répondre de façon ostensive et préférer aménager une place à ces questions dans le débat collectif dans un temps didactique ultérieur, il recourt alors à une sorte de « mise au frigo » (Centeno, 1995).

I. 2. Des outils pour la description de l'action didactique du professeur en termes de techniques

I. 2. 1. Identification des techniques utilisées par l'enseignant, par interventions

Dans une analyse ascendante du rôle de l'enseignant, la description de l'action du professeur en situation nous a, dans un premier temps, permis d'identifier un certain nombre de types de techniques professionnelles mises en oeuvre au cours de la mise en place et de la gestion de la situation en classe. Notre objectif est maintenant de mettre en lien ces techniques avec ce qui se passe, ce qui se détermine dans la situation, afin de voir et de comprendre comment l'enseignant, par le recours à des techniques identifiées à des moments particuliers de l'action didactique, parvient à instaurer, maintenir, réguler une relation didactique lui permettant d'atteindre à la fois ses objectifs en termes de contenus disciplinaires et ses objectifs quant à la forme du travail en « Atelier ».

Ne disposant pas d'outil théorique ou méthodologique pour mener à bien cette étude, nous éprouvons, à ce stade de notre travail, la nécessité d'élaborer un outil d'analyse nous permettant de rendre compte de l'« histoire de l'action didactique du professeur ». Adoptant une démarche descendante cette fois, notre outil doit rendre compte de l'action du professeur dans la situation à travers le filtre des techniques identifiées, mais en respectant, cette fois, la chronologie de l'action et en faisant apparaître ce qui se passe en classe. Plus encore, il doit nous permettre de comprendre à quel moment l'enseignant utilise, consciemment ou non⁴¹, une ou plusieurs techniques, quelles sont les techniques utilisées simultanément, les conséquences de la mise en oeuvre de ces « mixtes techniques » sur la relation didactique.

Notre travail consiste d'abord à revenir à la transcription de la séance pour assigner à chaque intervention ou unité lexicale de l'enseignant identifiée lors de la première description de son action le ou les types de techniques auxquels elles peuvent être rattachées. Nous

⁴¹ Le terme « d'action inconsciente » revêt en réalité plusieurs dimensions : il peut d'agir d'une action explicable par le praticien, elle renvoie alors à un savoir, c'est une technique s'appuyant sur une technologie ; il peut s'agir d'une action non explicable, construite dans l'action et sans retour sur celle-ci : le praticien est alors incapable de la verbaliser.

présentons cette nouvelle description en termes de techniques sous la forme d'un tableau dont voici un court aperçu :

n° technique	TECHNIQUES	ÉPISODE → n° intervention dans la transcription →	DÉCOUVERTE DE LA CONSIGNE							
			1	3	4	6A	6B	8	11	13A
1	Crée, entretient un travail collaboratif (politesse, feint son ignorance...)		x		x	x				
2	Répète ou fait répéter, reprend pour diffusion							x	x	x
3	Explicite une reformulation, propose une nouvelle formulation						x			
4	Manifeste qu'il a entendu (« d'accord » par exemple)									
5	Pose une question à la classe			x		x	x			
6	Pose une question à un élève			x						
7	Donne la parole à un élève									
8	Sollicite un échange, voire la confrontation des propositions des élèves									
9	Impose (Oriente vers) des objets de travail, définit le travail en début de sous tâche		x	x		x				
10	Sélectionne de nouveaux objets de travail dans les propositions des élèves						x			x
11	Met en évidence des contradictions dans les propositions des élèves									
12	Marque son accord, Institue les propositions de la classe en connaissances								x	
13	Institue le langage du jeu									
14	Institue les modalités d'action									
15	Répond à une question non visée par l'enseignant et clôture.									x
16	Conclue									
17	Laisse une question									

Fig. 16 : Tableau 2, mise en lien des interventions de l'enseignant et des techniques identifiées

Ce tableau à double entrée recense d'une part les types de techniques identifiées précédemment, d'autre part les unités lexicales retenues lors de la première description de l'action professorale. Celles-ci sont constituées des interventions entières ou partielles de l'enseignant. Chaque intervention est désignée par son numéro dans la transcription de la séance. Les interventions sont subdivisées en unités lexicales lorsqu'elles comportent des phrases ou expressions dont les objets diffèrent au regard de la situation : considérons, par exemple, l'intervention n°14, un élève vient de lire la consigne à voix haute, à la demande de l'enseignant :

Séance1, 6. P. : Merci. Est-ce qu'il y a besoin d'informations complémentaires ? Est-ce qu'il y a certains mots que vous ne comprenez pas ?

L'expression « merci » s'adresse à l'élève qui vient de lire. En utilisant cette expression, l'enseignant clôture, entre autres, la phase de prise de connaissance de la consigne par les élèves consistant en une lecture d'abord individuelle puis collective de la fiche. Les deux dernières phrases de l'intervention s'adressent, quant à elles, à la classe entière. L'enseignant engage les élèves à s'approprier la consigne en s'interrogeant sur le sens de chacun des mots y figurant. L'intervention désignée par le numéro 6 a donc été divisée en deux « unités lexicales », notées dans le tableau 6A et 6B :

6A. : Merci.

6B. : Est-ce qu'il y a besoin d'informations complémentaires ? Est-ce qu'il y a certains mots que vous ne comprenez pas ?

Chaque unité lexicale correspond alors à une colonne du tableau dans laquelle nous plaçons une croix en face des techniques correspondantes. Notons immédiatement qu'une même unité lexicale relève souvent de plusieurs techniques. L'unité « 6B », par exemple, que nous venons de considérer relève de trois techniques :

- l'enseignant impose d'abord un objet de travail : s'interroger sur le sens des mots figurant dans la consigne et expliciter le sens des mots problématiques,
- l'enseignant pose une question à la classe afin d'inciter les élèves à intervenir,
- l'enseignant, enfin, explicite deux formulations, afin de faciliter la prise en charge de la question par les élèves.

Nous devons maintenant nous forger un outil nous permettant de présenter de façon la plus lisible possible l'« histoire » de chacune des techniques employées par l'enseignant. Le parti choisi est d'opérer un découpage du déroulement effectif de la séance et de comptabiliser, pour chacune des périodes déterminées, le nombre de mises en œuvre de chacune des techniques. Nous avons d'abord tenté l'expérience en opérant un découpage régulier et arbitraire de la transcription en pas de vingt lignes. Si cet outil rendait compte de l'évolution de la place donnée à chaque technique au cours de la séance, elle ne nous permettait pas de mettre en relation ces évolutions avec ce qui se passait en classe : l'enseignant favorise parfois le maintien d'un travail collaboratif, il est parfois plus interventionniste en imposant des objets de travail, mais à quoi correspondent ces tendances dans la situation ? Il nous est alors apparu inéluctable de reprendre le découpage arbitraire de la séance en opérant cette fois un découpage de la transcription rendant compte du contenu des débats.

Nous revenons alors au déroulement effectif de la séance dans le but de dégager des unités didactiques de différentes tailles, identifiées comme des périodes où des choses se passent et se déterminent.

I. 2.2. Segmentation en unités didactiques

Méthodologie de segmentation

Le recours à une segmentation de la séance observée en unités didactiques nécessite une réflexion et un choix théoriques portant sur la caractérisation de telles unités, que l'on souhaite révélatrices de sens au regard de la situation et pertinentes pour l'analyse des interactions langagières. Pour ce faire, nous réinvestirons des éléments de la méthodologie d'analyse didactico-interactionnelle des pratiques d'enseignement/apprentissage de Robert Bouchard et Christiane Rolet (2003).

A l'instar de ces auteurs, nous partons de l'idée selon laquelle l'enseignant est l'organisateur du temps scolaire, et « il doit l'être car il s'agit d'un temps long, vécu collectivement, qui exige une organisation » (op.cité, p.3). En témoigne la manière dont l'enseignant ouvre l' « Atelier » que nous étudions :

1. P. : On part sur un travail de 6 à 7 séances sur la géométrie.
3. P. : Voilà, il y a une volonté précise de ma part d'avoir disposé les tables comme cela. Je vais vous donner un document. Vous allez prendre une minute pour le lire.

Partant de l'intervention pédagogique ouvrant l'*activité* « classement d'emballages dessinés dans le cadre d'un inventaire », unité de grande taille reconnue socialement et clairement identifiable, nous progressons vers des unités didactiques de rang inférieur. Nous en distinguerons trois : les *phases*, les *épisodes* et les *étapes*. Ces trois types d'unités sont caractérisés par le degré de clôture, en considérant celle-ci d'un triple point de vue : clôture pédagogique d'abord (se manifestant par des changements d'organisation de travail et /ou des objets de travail au début et à la fin du segment considéré), clôture didactique (institutionnalisation totale ou partielle de savoirs et savoir-faire à la fin du segment), clôture langagière (ponctuation de l'interaction par des marqueurs de structuration de la conversation).

Nous proposons de clarifier brièvement la caractérisation de chaque type d'unité didactique retenu ; nous empruntons à Bouchard et Rolet (2003) ces définitions (op.cité pp.4, 5). Notons d'emblée que la segmentation d'une activité n'est pas automatique mais relève d'une interprétation de la situation, fondée sur des indices didactiques et langagiers.

- L'*activité* : Une *activité* est une unité consacrée à un contenu identifiable, au sein d'une même discipline; il s'agit d'une « unité pédagogique définissable par le croisement d'un contenu et d'une pratique » (op.cité, p.4). Un même cours de mathématiques peut être

composé d'une activité consacrée à la correction d'un exercice portant sur la multiplication puis d'une activité de calcul mental par exemple.

Ces unités présentent des clôtures pédagogique, didactique et langagière très marquées. Elles sont programmées par l'enseignant, via les fiches de préparation, et sont facilement reconnaissables.

- Les *phases* : Dans une activité, nous considérons d'abord une première segmentation en unités appelées *phases*. Chaque phase est caractérisée par un type d'organisation du travail et un degré plus ou moins grand d'autonomie laissée aux élèves. « Une *phase* est associée à une production ou à une institutionnalisation forte » (op.cité, p.4). Dans une activité, il peut par exemple y avoir une phase collective de présentation de la situation par l'enseignant, une phase de travail en groupe puis une phase collective de validation et institutionnalisation.

Ces unités présentent des clôtures pédagogique, didactique et langagière fortes. Comme les activités, ces phases sont prévues par l'enseignant et ont une « durée significative ».

L'activité « classement des emballages » est organisée par l'enseignant comme un travail collectif. La séance observée ne présente donc qu'une unique phase ; toutefois, le concept de phase nous sera utile pour l'analyse des autres activités de l' « Atelier ».

- Les *épisodes* : Les *épisodes* constituent des subdivisions de rang immédiatement inférieur aux *phases*. Il peut s'agir des différents chaînons déductifs d'une démonstration en mathématiques par exemple, ou des exercices successifs dans une phase de corrections d'exercices. Les épisodes révèlent d'une même organisation globale de travail mais constituent une étape dans l'action des élèves et de l'enseignant, soit parce qu'elle constitue une unité au regard de l'objet de travail traité, soit parce qu'elle marque une étape déterminante dans l'avancée des élèves.

Ces unités présentent des conclusions ou institutionnalisations faibles, leur clôture langagière n'est pas toujours claire et elles ne sont qu'en partie prévues par l'enseignant. Elles peuvent avoir une durée variable, mais relativement courte.

Les épisodes identifiés dans notre activité de classement des emballages pourront par exemple être intitulés « compréhension de la consigne », « compréhension de la tâche », « classement effectif des emballages ».

- Les *étapes* : Les *étapes* sont des unités didactiques plus petites, imbriquées dans les épisodes que nous venons de définir. Ces étapes sont identifiées en fonction des objets de

débat, des informations apportées et discutées par les élèves et l'enseignant. Elles n'ont pas d'existence autonome, mais constituent plutôt un pas dans une direction. Les étapes n'ont pas de clôture didactique, à l'exception de la dernière étape d'un épisode, et ont une clôture langagière faible. Elles sont davantage observées par le chercheur que prévues par l'enseignant.

Les étapes peuvent être simples et ne comporter qu'un acte, ou être complexes et comporter de nombreux échanges enchaînés. Il arrive aussi parfois que, par retour d'un élève ou de l'enseignant sur une question soulevée, à la suite d'un autre échange, des étapes soient enchâssées.

Dans l'activité « classement des emballages », ces étapes pourront par exemple être intitulées : « présentation de l'atelier de géométrie », « lecture de la consigne », « L'enseignant engage un travail sur le sens des mots problématiques ».

Segmentation de l'activité « classement d'emballages dessinés dans le cadre d'un inventaire »

Rappelons que l'activité « classement d'emballages dessinés dans le cadre d'un inventaire » ne comporte qu'une forme de travail - travail collectif -, une unique phase est donc identifiée. La mise en œuvre de cette méthodologie pour l'analyse de la première activité nous a permis de dégager les épisodes et étapes recensés dans le tableau suivant. Les numéros figurant dans ce tableau correspondent aux numéros des interventions dans la transcription de la séance, annexe 5 (une intervention étant désignée par le numéro de sa première ligne dans la transcription). Notons enfin que la séance observée a la particularité de ne présenter qu'une phase de travail collectif donnant lieu à de nombreux échanges langagiers, aussi bien entre l'enseignant et les élèves qu'entre les élèves eux-mêmes ; une lecture attentive de cette segmentation montre que l'activité présente de nombreux enchâssements d'étapes.

ÉPISODES	ÉTAPES	
1 à 13a : Découverte de la consigne	1 à 3 : Présentation de l'Atelier	1
	4 à 6a : Lecture de la consigne individuelle puis à voix haute par un élève	2
	6b : L'enseignant engage un travail sur le sens de mots problématiques	3
	7 à 11 : Sur demande des élèves, compréhension d'un aspect de la consigne lié au nom du magasin	4
	12 à 13a : Incidence sur l'interdiction de faire de la publicité	5
		6
13b à 39a : Compréhension du contexte d'inventaire	13b : L'enseignant interroge les élèves sur le sens du mot « inventaire »	6
	14 à 25a : Échange avec un élève dont la mère travaille à Carrefour.	7
	25b à 28a : Retour à la question à la classe : qu'est-ce qu'un inventaire ?	8
	28b à 39a : Fréquence d'un inventaire ? [Tous les ans]. Pour vérifier quoi ? [Si on a tout]	9
39b à 129a : Compréhension de la tâche : quoi faire dans ce contexte d'inventaire ?	39b à 41 : Nouvelle lecture de la consigne à voix haute par un élève : L'enseignant engage les élèves à proposer des perspectives d'action.	10
	42 à 55 : Opposition de deux perspectives de classement : contenus ou formes.	11
	56 à 66 : Un élève propose de faire deux groupes : « formes rondes » et « formes carrées »	12
	67 à 70 : E justifie son classement par contenu.	13
	71 à 75 : Aparté sur le sens de « plusieurs »	14
	76 à 78 : Précision du contrat : il s'agit d'un travail collectif.	15
	79 à 83 : L'enseignant reprend en main l'activité et demande aux élèves d'énoncer des critères de classement. [1 ^{er} critère : la forme]	16
	84 à 86 : Une élève reprend la 1 ^{ère} catégorie évoquée : les formes rondes. Exemples de formes rondes.	17
	87 à 89 : P institue la façon de désigner des solides : par des lettres.	18
	90 à 99 : Retour aux exemples de formes rondes. Élaboration du nom caractérisant cette catégorie.	19
	100 à 101a : Aparté : un élève demande s'ils remplissent la fiche. L'enseignant précise son rôle dans l'élaboration de la stratégie de classement.	20
	101b à 108a : Un élève souhaite compléter la désignation de la 1 ^{ère} catégorie par la mention « sans côté plat ».	21
	108b à 114 : Élaboration de la seconde catégorie : « formes polygonales »	22
	115 à 125 : Après discussion, les élèves décident d'enlever la mention « sans côté plat ».	23
	126 à 129a : Sur demande d'un élève, l'enseignant institue la dénomination des ovales et cercles en « formes arrondies »	24
129b à 161 : Classement effectif des emballages dessinés	129b à 142 : L'enseignant incite les élèves à opérer au classement effectif des solides en fonction des catégories retenues. Les lettres mentionnées sont mises en relation avec les emballages qu'elles désignent.	25
	143 à 150a : Discussion sur l'appartenance de la balle à la catégorie « formes rondes ou ovale... » Réticence des élèves à réunir cylindres et sphères. L'enseignant met en évidence les différences de référents relatifs aux termes « côté », « arête », « sommet ».	26
	150b à 150c : Le classement effectif des solides est terminé collectivement. Les élèves écrivent le classement sur leur fiche	27
	151 à 161 : Suite à la question d'un élève, l'enseignant constate que les élèves ne se souviennent plus de la définition de « polygone ». La question est laissée en suspens.	28

Fig.17 : Segmentation de la première activité de l' « Atelier » : « classement d'emballages dessinés dans le cadre d'un inventaire »

I.2.3. Décompte du nombre de techniques recensées par étapes

Nous comptabilisons ensuite le nombre de chaque technique identifiée pour chacune des étapes dégagées, puis nous ramenons le nombre de ces techniques au nombre d'interventions de l'enseignant par étapes.

Ce rapport est d'abord exprimé en ratios, afin de rendre compte de la taille de chaque étape :

Techniques	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Épisode : « Découverte de la consigne »																	
1 à 3 : Présentation de l'Atelier	2/2	0	0	0	0	0	0	0	1/2	0	0	0	0	0	0	0	0
4 à 6a : Lecture de la consigne individuelle puis à voix haute par un élève	2/2	0	0	0	1/2	1/2	0	0	1/2	0	0	0	0	0	0	0	0
6b : L'enseignant engage un travail sur le sens de mots problématiques	0	0	1/1	0	1/1	0	0	0	1/1	0	0	0	0	0	0	0	0
7 à 11 : Sur demande des élèves, compréhension d'un aspect de la consigne lié au nom du magasin	0	2/2	0	0	1/2	0	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	0	1/2	0
12 à 13a : Incidence sur l'interdiction de faire de la publicité	0	1/1	0	0	0	0	0	0	0	1/1	0	0	0	0	1/1	0	0

Fig.18 : Tableau 3, Recensement du nombre de techniques relevée par étapes, en ratios

Ce tableau à double entrée recense d'une part chaque technique, désignée ici par son numéro figurant sur la première ligne, d'autre part, chaque étape identifiée, en colonne. Il apparaît ainsi que, pendant la phase « Présentation de l'Atelier », les deux interventions de l'enseignant relèvent de la technique 1 : « créer et entretenir un travail collaboratif » et une d'entre elles vise également à « imposer un objet de travail » (technique 9). Rappelons en effet qu'une même intervention peut relever de plusieurs techniques.

Pour une plus grande lisibilité, les données de ce tableau sont d'abord traduites en pourcentages puis recensées dans un diagramme à barres assignant une barre à la représentation de chaque technique, exprimée en pourcentage, par étapes. Sur ce diagramme figurent donc en abscisse les étapes de l'activité (la largeur des « cases » est fixe et ne tient pas compte de la longueur relative de chaque étape) ; ces étapes sont regroupées en épisodes, en rouge sur le diagramme. Pour chaque étape, le diagramme à barres représente par des barres de couleurs différentes (se référer à la légende) le poids relatif des techniques identifiées.

Le recours à un tel diagramme nous permet une vision globale des techniques employées par l'enseignant pour chacune des étapes identifiées. Outil de description de l'action de l'enseignant, ce diagramme constitue un premier pas vers la modélisation des modes de gestion de la situation par l'enseignant, c'est-à-dire de la façon dont l'enseignant utilise et associe les techniques retenues dans notre analyse en fonction de ce qui se passe en classe.

Graphe 1 séance 1

À coller

II. ANALYSE DES TECHNIQUES, FORMULATION DES GESTES LORS D'UNE L'ACTIVITÉ « STANDARD » DE L'ATELIER

II. 1. Analyse quantitative de l'action de l'enseignant, un premier aperçu de la place de l'enseignant dans les débats

Précurseurs de l'analyse de la conversation, Sinclair et Coulthard (1975) ont montré que l'échange pédagogique est classiquement constitué par trois interventions produites par les deux (ou plus) participants à l'interaction. L'analyse de corpus de classe a en effet permis à ces auteurs de mettre en évidence un modèle ternaire dans lequel la première et la dernière intervention ont pour source l'enseignant, acteur principal de l'échange. Les corpus pédagogiques enregistrés dans différents pays (France, Angleterre, Jordanie...) voient ainsi invariablement alterner intervention de l'élève et intervention de l'enseignant. Le second produit donc à lui seul au moins autant de tours de parole que l'ensemble des premiers (Bouchard, 2001). Reprenant et généralisant cette étude, Garcia-Debanc (1996) montre que ce modèle rigide caractérise non seulement les phases d'enseignement dialogué mais aussi de nombreux débats organisés en classe.

Forts de ces constats, une première analyse quantitative de l'action didactique de l'enseignant dans la première activité de la situation d'« Atelier » nous semble constituer un élément intéressant pour saisir la spécificité du rôle du maître dans ce dispositif. Nous appuyons cette analyse sur le décompte des interventions de l'enseignant, mis en relation avec le nombre total d'interventions, par épisodes puis par étapes. Ces résultats figurent en annexe : un premier tableau fait apparaître chacun de ces décomptes, un second recense le taux de représentation de l'enseignant, en pourcentage. Les données en pourcentage présentent l'inconvénient de ne pas faire apparaître la taille relative de chaque épisode ou étape ; nous les faisons cependant apparaître car elles permettent de rapidement situer la position de l'enseignant par rapport au modèle classique évoqué par Bouchard (2001) dans lequel il occupe 50% des tours de parole.

Quantitativement donc, un dénombrement global des interventions de l'enseignant puis de la totalité des interventions de la première activité de la séance 1 de l'« Atelier » (annexe 10) montre que l'enseignant produit 41 % des tours de parole en classe. La relative faiblesse de ce nombre nous donne de premiers éléments pour penser que les échanges en classe ne se réduisent pas à l'alternance stricte entre intervention du maître et intervention des

élèves mais qu'il existe des séquences où les tours de parole des élèves se répondent et s'organisent dans une réflexion collective. De façon originale au regard des études évoquées, le maître semble donc être capable de se mettre en retrait.

Afin de saisir plus finement le poids des interventions de l'enseignant dans la relation dialogique induite par la situation, nous dénombrons ensuite ces interventions par épisodes puis par étapes didactiques, tels que nous les avons identifiés précédemment (Partie 4, I.2.2.) :

Épisodes	Découverte de la consigne	Compréhension du contexte d'inventaire	Compréhension de la tâche	Classement effectif des emballages
Nombre d'interventions de l'enseignant par rapport au nombre total d'interventions	8/14	11/26	40/90	13/34
Interventions de l'enseignant (%)	57	42	44	38

Cette étude nous permet de dégager de premiers éléments d'analyse : il apparaît d'abord assez logiquement que l'enseignant est relativement interventionniste lors de la phase de présentation de l' « Atelier » et découverte puis appropriation de la consigne de la première activité (épisode « Découverte de la consigne »). Sa place dans les échanges est ensuite relativement stable dans les phases de compréhension collective du contexte et de la tâche, puis l'enseignant donne plus de place aux élèves lors du classement effectif des emballages et de la mise en œuvre des catégories élaborées lors des épisodes précédents.

Une étude similaire portée sur les étapes dégagées dans cette première activité conforte l'hypothèse selon laquelle l'enseignant construit un espace topogénétique dans lequel les élèves occupent une place centrale et jouissent d'une certaine liberté. Cette étude a donné lieu à le diagramme à barres présenté en annexe. Celui-ci propose une représentation du rapport entre les tours de parole de l'enseignant et le nombre d'interventions totales, par moments ; ce rapport étant exprimé en pourcentage. En abscisse figurent donc les 28 moments identifiés, en ordonnées, le pourcentage de tours de parole occupés par l'enseignant.

Toutefois, si cette première analyse nous livre une vue globale de la place de l'enseignant dans la situation et nous permet d'émettre de premières hypothèses, les moments sont de tailles trop inégales pour qu'une simple analyse quantitative permette d'identifier des éléments pertinents de l'action didactique du professeur en situation. Cette analyse sera donc intégrée à l'analyse qualitative des gestes de celui-ci figurant dans le paragraphe suivant.

II. 2. Analyse de l'action didactique de l'enseignant par étapes, en termes de techniques

Reprenant la description de l'action didactique de l'enseignant en termes de techniques et de tâches, au sens de Sensevy et al. (2000), nous proposons maintenant de décrire les techniques privilégiées, d'étudier les associations de techniques utilisées par l'enseignant, par épisodes puis par étapes. Nous espérons ainsi pouvoir dégager une description de la façon dont l'enseignant aménage le milieu des élèves pour pouvoir réaliser son objectif : instaurer une « situation de recherche » (nous utilisons ici l'expression de l'enseignant mais la nature particulière de cette situation est identifiée dans son analyse a priori, Partie 2, III) permettant aux élèves d'utiliser leurs connaissances sur les solides afin d'établir un classement d'emballages dans un contexte d'inventaire. Notre travail vise donc à analyser la description de l'action de l'enseignant permise par notre méthodologie pour caractériser un profil de l'action du praticien en situation.

Le diagramme à barres recensant les techniques identifiées par étapes, présenté au paragraphe I de cette partie, nous permet de mettre en évidence les techniques privilégiées par l'enseignant par épisodes et par étapes. L'analyse que nous présentons ici est le fruit d'une interprétation de ce diagramme à barres : à partir de l'identification des techniques privilégiées par l'enseignant dans chacune des étapes. Nous construisons maintenant une description de la manière dont il met en place et gère les interactions langagières en classe.

Pour faciliter la mise en lien de cette analyse avec le diagramme à barres proposé, nous structurons notre propos en respectant les étapes identifiées. Nous faisons cependant ici l'économie des intitulés complets de ces étapes pour ne les désigner que par des numéros. De plus, nous nous attachons à mentionner pour chaque étape, les techniques privilégiées que nous a permis de dégager le diagramme à barres ; celles-ci sont recensées entre parenthèses et désignées par leurs numéros. Enfin, lorsque nous citons l'enseignant, nous précisons le numéro de la ligne correspondante dans la transcription, celle-ci pouvant être consultée par le lecteur en annexe 5.

Afin de faciliter la lecture du paragraphe suivant, nous rappelons brièvement les techniques retenues et les numéros qui leur sont assignés :

- | |
|--|
| Technique 1 : Crée, entretient un travail collaboratif (politesse, feint son ignorance...) |
| Technique 2 : Répète ou fait répéter, reprend pour diffusion |
| Technique 3 : Propose une double formulation d'une question ou d'une assertion |
| Technique 4 : Manifeste qu'il a entendu (« d'accord » par exemple) |
| Technique 5 : Pose une question à la classe |
| Technique 6 : Pose une question à un élève |
| Technique 7 : Donne la parole à un élève qui la sollicite |
| Technique 8 : Sollicite un échange, voire la confrontation des propositions des élèves |
| Technique 9 : Impose (Oriente vers) des objets de travail, définit le travail en début de sous-tâche |
| Technique 10 : Sélectionne de nouveaux objets de travail dans les propositions des élèves |
| Technique 11 : Met en évidence des contradictions dans les propositions des élèves |
| Technique 12 : Marque son accord, Institue les propositions de la classe en connaissances |
| Technique 13 : Institue le langage du jeu |
| Technique 14 : Institue les modalités d'action |
| Technique 15 : Répond à une question non visée par l'enseignant et clôture. |
| Technique 16 : Conclut |
| Technique 17 : Laisse une question en suspens |

Découverte de la consigne

1. L'enseignant spécifie le cadre du travail : un atelier de géométrie sur 6 à 7 séances, (7. « volonté particulière »), puis ouvre la première activité, en présentant le document de travail. Il impose alors aux élèves l'activité de classement dans le cadre d'un inventaire (technique 9). D'emblée, l'enseignant ancre l'activité dans le cadre d'un travail collaboratif marqué en 5 par l'usage du « on » (technique 1).

L'enseignant se place ici comme maître du jeu, il représente à lui seul 2 interventions sur 3 (soit 67 % des tours de parole).

2. Toujours maître du jeu, avec 2 interventions sur 3, soit 67%, l'enseignant impose aux élèves de lire individuellement puis collectivement la consigne (technique 9).

De façon forte, il indique dans ses deux interventions sa volonté de mettre en place un travail collaboratif, en sollicitant la participation d'un élève (technique 6), en s'assurant que tout le monde a lu la consigne (question à la classe, technique 5) puis en faisant preuve de politesse (technique 1).

3. L'enseignant engage un travail sur le sens des mots problématiques (technique 9), par le biais d'une question à la classe (technique 5). Il sollicite ainsi la prise de parole des

élèves et facilite l'exploration et l'appropriation de la situation par les élèves en multipliant les formulations de sa question (technique 2). Il accompagne les élèves dans la découverte du milieu. Cette étape se résume à la seule intervention de l'enseignant.

4. En réponse aux sollicitations de l'enseignant, un élève s'interroge sur un mot, dont la clarification du sens n'était pas visée par l'enseignant.

Celui-ci répète la question de l'élève et la réponse d'un autre élève pour diffusion à l'ensemble de la classe (technique 2).

Il marque alors explicitement son accord (11. « Voilà »), validant la réponse de l'élève et instituant l'information comme connaissance participant à la construction du milieu (technique 12), sans solliciter le point de vue des autres élèves de la classe. Il conclut ainsi cette étape concernant une question non directement visée par l'activité (technique 16).

Il représente alors 40 % des tours de parole (2 interventions sur 5): les élèves investissent l'espace topogénétique résultat des premiers efforts de dévolution de l'enseignant (travail collaboratif, incitation à la prise de parole).

5. L'enseignant répond à une incidence sur la publicité qui ne figure pas parmi ses objectifs de travail et clôtüre la question en revenant à sa préoccupation sur le sens des mots de la consigne (technique 15). Afin de favoriser l'implication de tous dans le dispositif, il répète toutefois pour diffusion la question de l'élève.

Se cantonnant à répondre à la question soulevée par l'élève, il représente 50 % des tours de parole (1 intervention sur 2).

Durant ces deux étapes, les objets de travail ont été introduits par un élève. Ceux-ci n'étant pas visés par l'enseignant, il apporte une réponse directe, tout en s'assurant que l'information a été reçue par l'ensemble de la classe.

6. L'enseignant revient à sa question concernant l'explicitation du sens des mots de la consigne puis il resserre sa question en imposant aux élèves d'explicitier le sens du mot « inventaire » (13).

Maître du jeu, il impose l'objet de travail (technique 9). Il entretient toutefois la dévolution en s'assurant, par une double formulation (technique 2), de la prise en compte et de la compréhension de la question par l'ensemble de la classe. Il incite les élèves à prendre la parole, en s'exprimant par questions à la classe (technique 5). Cette étape se résume à la seule intervention de l'enseignant.

7. L'enseignant rebondit sur une intervention d'élève dont la mère travaille dans un commerce (technique 10) et incite cet élève à témoigner de ses connaissances sociales et culturelles concernant l'inventaire (question à cet élève, technique 6). L'enseignant se place alors comme récepteur d'informations et pose des contraintes de précision, aidant l'élève qui a pris la parole à exprimer son expérience.

Inversant l'ordre classique de la relation didactique, chacune des six interventions de l'enseignant consiste à poser des questions à cet élève. Il suit l'élève dans son témoignage, en posant des contraintes de précision. Dans un jeu de questions de l'enseignant et de réponses de l'élève, la relation didactique est ici équilibrée : les tours de parole de l'enseignant représentent 6 interventions sur 12, soit 50%. L'enseignant place l'élève au centre du travail de la classe, il confère à l'expérience de celui-ci un statut de connaissances susceptibles d'enrichir le milieu des élèves.

8. Gestionnaire des interactions, l'enseignant clôt le dialogue bipolaire induit par le témoignage de l'élève en revenant à sa question de départ et la formulant à l'intention de l'ensemble de la classe (25. « et l'inventaire, ça sera quoi alors ? », technique 5). Il rallie ainsi les autres élèves à la réflexion et les incite à tirer partie des informations apportées par l'élève pour élucider la nature du contexte de l'activité. L'enseignant reprend alors des verbes d'action qu'il dit avoir entendu, donnant ainsi aux élèves des indices quand à ses attentes (25. « j'ai entendu classer, ranger », technique 2).

Il répète ensuite pour diffusion une réponse d'un élève (technique 2), entretenant la dévolution en signifiant aux élèves qu'ils sont sur la bonne voie et les incitant à réagir. Par cette technique, l'enseignant confère aux propositions reprises un statut de connaissances à partir desquelles le milieu de l'action se construit. Il se place comme guide de l'élaboration collective du milieu, garant que l'adéquation du travail à la situation. Il représente alors 1 intervention sur 3 des tours de parole soit 34% : l'espace topogénétique accordé aux élèves est important. Bien que guidés par l'enseignant, les élèves sont moteurs de la réflexion.

9. Par un jeu de questions, l'enseignant incite les élèves à aller plus loin dans l'exploration du contexte (technique 5). Il cherche encore ici à utiliser l'expérience de l'élève dont la mère travaille à Carrefour pour faire expliciter les connaissances culturelles et sociales des élèves concernant l'inventaire. Toutefois, les questions de la fréquence, de l'utilité d'un inventaire sont introduites dans le milieu par l'enseignant qui se montre ici plus interventionniste (technique 9). Toutefois, la mise en place d'un travail collaboratif porte ses

fruits : les élèves prennent une part active dans la réflexion et élaborent conjointement des propositions, juxtaposant leurs prises de parole sans intervention de l'enseignant :

32. E. : Si on a tout.

33. E. : Si c'est périmé, euh...

34. E. : Y'a peut-être des trucs spéciaux, où c'est une fois par semaine.

Bien que l'enseignant ne représente que 3 interventions sur 10 (30% des tours de parole), la relation didactique se résume ici en un jeu de questions de l'enseignant et réponses des élèves, les questions de l'enseignant alimentant et orientant le débat collectif qui prend forme.

Gestionnaire du temps, l'enseignant marque ensuite explicitement son accord avec la proposition d'une élève (35. « en fait, Laure a raison », technique 12) et apporte une réponse à la question de l'élucidation du contexte (technique 15). Après avoir amené les élèves à exprimer leurs conceptions, il se place comme source de connaissances et répond même directement à une demande de précision d'un élève. Il marque ainsi sa volonté de clore cette réflexion et de continuer le travail (technique 16).

Encore maître du jeu et interventionniste sur les objets de travail et la construction du milieu, l'enseignant, par ses questions, accompagne et enrichit la réflexion des élèves, tout en mettant en place les conditions de l'élaboration collective d'énoncés. Il alimente la dévolution en centrant le travail de la classe sur les énoncés des élèves, leur signifiant alors qu'il se place comme « centre de traitement et de validation » des connaissances que ceux-ci introduisent dans le milieu, garant de l'adéquation de l'action avec ses objectifs. Enfin, il conclut le débat en validant la réponse construite de façon collective par les élèves, gérant alors le temps didactique.

Compréhension de la tâche : quoi faire dans ce contexte d'inventaire

10. L'épisode de compréhension du contexte étant clos, l'enseignant impose de revenir à la consigne en demandant à un élève de la lire à haute voix (techniques 9 et 6). Il définit ici un nouvel objet de travail : que doit-on faire dans ce contexte ? L'emploi du pronom « on » marque une nouvelle fois sa volonté de mettre en place un travail collaboratif (technique 1).

En amenant les élèves, par le biais d'une question (technique 5), à considérer les emballages dessinés, l'enseignant les incite à proposer des perspectives d'action sur ces objets, dans le contexte d'inventaire et au regard de l'énoncé.

L'enseignant représente alors 2 interventions sur 3 dans cette étape.

11. Comme précédemment, après avoir initié la réflexion des élèves en orientant l'objet de travail d'abord puis par l'introduction de questions dans le milieu, l'enseignant reprend maintenant une place de gestionnaire des débats :

- il distribue la parole aux élèves qui la sollicitent (techniques 5, 6, 7),
- il collecte les énoncés d'élèves en signifiant qu'il a entendu (43. « d'accord », technique 4). Il donne ainsi une place importante à ces énoncés, définissant les règles d'élaboration du milieu et entretenant la dévolution,
- il alimente les débats en incitant les élèves à réagir (45. « Tu veux réagir par rapport à ça ? », technique 8),
- il reprend les propositions allant dans son sens et marquant donc une avancée dans la réflexion dans une forme particulière de validation (49. « La forme de l'emballage », technique 2),
- il met en évidence des contradictions entre les perspectives d'action : classement en fonction des contenus des emballages, classement en fonction des formes des emballages (51. « ça ne correspond pas à ce qu'il a dit alors ? », technique 11).

En permettant aux élèves d'envisager et de discuter des perspectives d'action sur les objets de la situation, en orientant subtilement ces perspectives d'action par la mise en opposition d'énoncés contradictoires ou en reprenant les énoncés conformes à ses attentes, l'enseignant aménage ici les rapports des élèves aux objets de travail. L'enjeu est de sélectionner les propriétés des objets qui seront à considérer pour mener à bien un classement qui soit pertinent au regard de la situation. Or l'analyse *a priori* de la situation nous a montré que la consigne, en ancrant le classement géométrique dans un contexte d'inventaire, peut donner lieu à une double interprétation, selon que l'on prenne en compte l'inventaire, qui concerne d'abord le contenu des emballages, ou la mention « selon des ressemblances géométriques ». Le rapport à établir avec les objets de travail est donc problématique. C'est parce que les élèves, dans une relative adidacticité, ont la liberté d'explorer la situation et d'imaginer des perspectives d'action qui leurs sont propres que l'ambiguïté de la consigne est mise à jour, soulignée par l'enseignant et placée au centre de la réflexion collective. L'enseignant ne s'exprime pas sur le contenu de la discussion, mais accompagne les élèves qui sont alors contraints de revenir aux informations du milieu, ici la consigne.

46. E. : Je suis un peu d'accord avec lui pour mettre les aliments d'un côté et puis les objets... Mais les aliments d'un côté, on pourrait aussi les classer, comme par exemple les fromages. (Damien lève la main et est interrogé.)

47. E. : Mais moi, Quentin, je trouve que c'est pas bien parce que la consigne c'est « les classer avec la forme de l'emballage ».

Ce passage montre comment le milieu, dans la dialectique en acte milieu-contrat, joue son rôle : les élèves ont des difficultés à départager les deux perspectives de classement grâce aux interactions entre pairs, l'enseignant ne donne pas explicitement d'indication leur permettant d'identifier le classement attendu, les élèves interrogent la consigne. Les relations contractuelles ne suffisent pas pour produire l'apprentissage, il faut revenir au milieu. Cet exemple illustre les propos de Sensevy (2002)⁴² pour qui « la relation didactique n'est pas duelle, elle se fonde organiquement sur les interactions établies par les élèves et les objets du milieu, milieu tiers-élément fondamental de cette relation.

L'enseignant représente ici 5 interventions sur 14, soit 35% des tours de parole.

12. L'enseignant donne la parole à un élève qui la sollicite pour proposer deux classes de solides : 59. « toutes les formes rondes d'un côté, toutes les formes carrées de l'autre » (technique 7). De façon spontanée, cet élève adopte la position des élèves qui prônent un classement selon la forme de l'emballage et va plus loin en identifiant deux classes de solides, implicitement caractérisées par la forme des faces.

Comme précédemment, l'enseignant se refuse à s'exprimer sur les connaissances (il renvoie la question à la classe (58. « je ne sais pas, c'est comment classer ? », technique 5), mais collecte, diffuse les énoncés de l'élève (technique 2) et incite les autres à réagir, dans la recherche d'un consensus (technique 8). Par ce faire, l'enseignant formule une question négative à l'intention de l'ensemble de la classe (60. « y'en a qui ne sont pas d'accord avec ce que vient de dire Alexis ? »). Par cette technique, l'enseignant signifie aux élèves que cette proposition va dans le sens de ses attentes. Soucieux de l'adhésion de tous à la perspective d'action commune envisagée, il veut persuader l'ensemble de la classe de la pertinence de ce mode d'action : il s'agit maintenant de convaincre ceux qui ne sont pas d'accord. Les élèves se rallient d'ailleurs immédiatement à la position évoquée.

L'enseignant reprend ensuite la proposition de l'élève et lui demande confirmation (techniques 2 et 6). Il signifie ainsi aux élèves qu'ils sont maîtres de l'avancée de la réflexion, même si lui seul, en tant que représentant de l'institution, détenteur des connaissances et garant de la pertinence de l'action, est en position de valider les perspectives d'action. L'enseignant marque sa volonté de ne pas confisquer la parole de l'élève. Meneur du jeu interactionnel, il représente 6 interventions sur 11 (55% des tours de parole).

⁴² Op.cité, p.36

13. Un élève intervient spontanément pour exprimer son attachement au classement selon les contenus (l'enseignant lui laisse la parole, technique 7). L'élève prend position contre l'ensemble de la classe et le maître, indice d'une relation didactique dans laquelle les élèves ont la liberté de dire qu'ils ne sont pas d'accord. Toutefois, l'élève se montre capable de modifier sa position en intégrant les arguments des autres élèves : il intègre au classement par contenus la nécessité de prendre en compte la « forme géométrique » des emballages, « pour empiler » (69). Fidèle à son rôle de meneur du jeu interactionnel, l'enseignant ne s'exprime pas sur la position de l'élève mais reprend pour diffusion son énoncé, lui signifiant qu'il l'a entendu : 70. « D'accord », (techniques 2 et 4). Il représente 1 intervention sur 3 (34% des tours de parole).

14. Un élève prend la parole pour faire un aparté sur le sens de plusieurs (l'enseignant lui laisse la parole, technique 7). Il remet en cause une formulation de l'enseignant qui opposait 2 et plusieurs. Gestionnaire du temps et garant de la pertinence du travail, l'enseignant répond directement à cette question non visée par l'activité (technique 15). Il représente 60% des interventions (3 interventions sur 5).

15. Un élève intervient pour demander à l'enseignant de préciser la forme du travail à venir (collectif ou individuel), témoignant d'une capacité d'indépendance ressentie face à l'activité. L'enseignant répond directement en marquant sa volonté de privilégier la réflexion collective au travail individuel (techniques 1 et 15), il régule ainsi l'espace grandissant des élèves. Il représente 50% des tours de parole (1 intervention sur 2).

Les étapes 12, 13 et 14 et 15 sont des apartés initiés par des prises de parole spontanées d'élèves. Jusqu'à l'étape 11, l'enseignant imposait des pistes de travail puis se plaçait comme gestionnaire des débats. Depuis l'étape 12, les élèves ont pris en charge l'élaboration des moyens d'action sur les objets et l'enseignant n'est plus que meneur du jeu interactionnel qu'il est parvenu à mettre en place.

16. L'enseignant se repositionne comme maître du jeu en recentrant le travail des élèves sur l'identification de critères de classement précis. Sentant la nécessité de faire avancer le temps didactique ralenti par les apartés concernant le sens de plusieurs ou la forme du travail, l'enseignant resserre le rapport des élèves à la situation vers ses attentes, qu'il formule explicitement de manière forte (79. « j'aimerais... », 120. « ce que je veux... »). Plus interventionniste, il impose de nouveau ici l'objet de la réflexion (technique 9). Par

l'explicitation d'une double formulation (technique 3), il assure en même temps l'accessibilité de tous à ses exigences et à la tâche ainsi redéfinie. Il représente 2 interventions sur 4 (50% des tours de parole).

17. Alors qu'il exigeait l'identification de critères de classement, l'enseignant suit une élève qui évoque rapidement une première classe de solides et commence à la mettre à l'épreuve en énonçant les solides qu'elle reconnaît y appartenir (technique 10). L'intervention de l'enseignant (85. « avant de...donc, qu'est-ce que vous verriez comme forme ronde ?») montre qu'il adapte le travail de la classe aux énoncés et propositions des élèves, entretenant ainsi le caractère adidactique de la situation. L'enseignant représente ici 1 intervention sur 3 (34% des tours de parole).

18. Garant de la conformité de la réflexion collective à la situation, l'enseignant fait rectifier le mode de désignation des emballages. Respectant la relation didactique instaurée, il pose une question à l'ensemble de la classe (technique 5) puis valide la proposition énoncée par un élève et en adéquation avec ses attentes (techniques 12 et 13). Gestionnaire du temps, il règle rapidement cette question, assurant 2 interventions sur 3 (67% des tours de parole).

19. Comme l'espérait sans doute l'enseignant, la mise à l'épreuve de la classe « formes rondes » conduit les élèves à clarifier la caractérisation de cette classe (97. « formes rondes et ovales, ceux qui n'ont pas de sommet »). L'enseignant collecte les informations apportées par les élèves (technique 2), les incite à réagir à des propositions éventuellement problématiques, comme la réunion des boules et cylindres (technique 8). Il institue enfin la dénomination de cette première classe de solides sur lesquelles les élèves se sont mis d'accord (technique 14). Retrouvant sa place de « centre de traitement et de validation » des énoncés, l'enseignant représente ici 4 interventions sur 10 (40% des tours de parole).

20. Influencé par le contrat habituel qui le lie à l'enseignant, un élève demande s'ils doivent écrire sur leur fiche ce que l'enseignant écrit au tableau. Celui-ci répond directement à cette question non visée en se plaçant comme simple collecteur d'informations (techniques 15 et 1) Il insiste ainsi sur l'équilibre souhaité de la relation didactique. Cette étape se résume à la question de l'élève et à la réponse de l'enseignant.

21. Réticent à réunir dans une même classe boules et cylindres, un élève prend la parole pour ajouter la mention « sans côté plat » à la dénomination de la catégorie identifiée.

L'enseignant répète l'énoncé de l'élève dans une demande de confirmation et pour diffusion (techniques 2 et 7), il incite ainsi les élèves à réagir (technique 8). Un échange élève-élèves se met rapidement en place, sans intervention de l'enseignant, mais la question posée ne peut être élucidée. L'enseignant inscrit la mention au tableau mais précise qu'il remet la question à plus tard (108. « on va voir si la dernière information est valable pour nous », techniques 1, 10 et 17).

Comme précédemment, la relation didactique instaurée est suffisamment équilibrée pour permettre aux élèves de remettre en question les énoncés construits collectivement et prendre ainsi position contre l'enseignant et les autres élèves de la classe. L'enseignant se place alors comme gestionnaire des interactions : il ne s'exprime pas sur la question posée mais assure la diffusion de l'information et sollicite les échanges.

Les règles de débat entre pairs sont maintenant comprises et maîtrisées par les élèves : l'enseignant ne recourt ici à aucune technique de régulation des interactions et laisse les élèves échanger sans intervenir. Il représente alors 3 interventions sur 8 (38% des tours de parole). Toutefois, les élèves ne sont pas ici en mesure de trancher la question soulevée. Dans un contrat constructiviste⁴³, l'enseignant se refuse à choisir de façon arbitraire entre les deux perspectives de classes évoquées et laisse la question en suspens, dans une sorte de « mise au frigo » suivant l'image proposée par (Centeno, 1995) dans son travail sur la mémoire didactique. Il attend que les rétroactions du milieu, permises par la mise à l'essai des classes lors du classement effectif des solides, permettent aux élèves de valider de façon interne leurs critères de classement. Cette technique présente bien sûr également une dimension chronogénétique : l'enseignant souhaite manifestement avancer et passer à la caractérisation de la seconde classe de solides. Il clôt la discussion.

22. De manière interventionniste, l'enseignant engage les élèves à passer à l'élaboration de la seconde classe de solides (technique 9). Notons que l'enseignant ne contraint pas explicitement les élèves à ne former que deux classes de solides mais il trace un tableau à deux colonnes, il pose ainsi le cadre du classement attendu.

Sans doute pressé par le temps, il axe le travail des élèves sur la dénomination de cette seconde classe, les amenant ainsi à identifier ses propriétés caractéristiques, par le biais de questions à la classe. L'enseignant se montre ici plus dirigiste, guidant de façon plus pressante les élèves vers la dénomination attendue. La relation didactique se résume alors en un jeu de questions de plus en plus serrées de l'enseignant (technique 5) et de réponses de l'élève qui

⁴³ Nous avons rappelé la définition donnée par Brousseau d'un tel contrat dans notre méthodologie d'étude, Partie 4.I.

tentent de deviner ce que l'enseignant veut leur faire dire. Celui-ci représente alors 4 interventions sur 7 (57% des tours de parole). Il va même, dans un effet Topaze assez fort, jusqu'à ânonner l'expression « formes polygonales » visée (112. « tu as parlé de polygones, oui. Les formes poly... »). Il valide alors la dénomination mise à jour en la répétant après qu'un élève l'a énoncé et marque son accord (114. « oui », technique 12), il la stabilise dans le milieu en l'inscrivant au tableau (techniques 13 et 14) puis s'assure de l'adhésion de l'ensemble de la classe par une question négative : « est-ce que quelqu'un n'est pas d'accord avec ça ? C'est possible qu'on ne soit pas d'accord » (114. technique 5). Par cette dernière intervention, l'enseignant tente de rééquilibrer la relation didactique, engage les élèves à réinvestir l'espace topologique qu'il a un instant confisqué.

23. Un élève saisit la place aménagée par l'enseignant dans l'espace pour revenir à la dénomination de la première classe et remettre en question la mention « sans côté plat » qui avait été laissée en suspens. L'élève, qui vérifie la cohérence des classes retenues avec la situation en anticipant le classement effectif des emballages, exprime son souhait de supprimer cette mention. Il argumente sa position en invoquant l'impossibilité de placer les cylindres dans le classement envisagé : seules les boules appartiennent alors à la classe « formes rondes et ovales, sans côté plat ». Comme le prévoyait l'enseignant lors de la « mise au frigo » de la question, le milieu joue ainsi pleinement son rôle : les interactions entre élèves ne leur permettaient pas de trouver un consensus, c'est par un retour aux objets du milieu et par l'interprétation des rétroactions que les élèves, de façon conjointe par le biais d'échanges entre pairs, co-construisent des perspectives d'action communes. L'enseignant, qui est parvenu à mettre en place les conditions de tels échanges, n'est ici que spectateur. Son rôle se résume à prendre en compte la conclusion élaborée par les élèves : il la répète dans une demande de confirmation, s'assure de l'accord de tous (technique 2) et l'institue en modifiant la dénomination inscrite au tableau (technique 14). Il représente alors 3 interventions sur 11 (27% des tours de parole).

24. A la demande d'un élève, l'enseignant institue une dénomination locale mais partagée des figures planes non polygonales : « les formes arrondies » (technique 13). Il répond directement à cette question (technique 15) et représente 2 interventions sur 4 (50% des tours de parole).

Classement effectif des emballages dessinés

25. L'enseignant, par le biais d'une question à la classe (technique 5), engage les élèves à opérer au classement effectif des emballages dessinés (technique 9). Après avoir imposé la tâche des élèves, il organise ce classement de façon collective, se plaçant comme collecteur des réponses conjointes des élèves (technique 1). Il maintient les conditions d'une co-construction du classement en veillant à la diffusion des réponses (technique 2) et en demandant des précisions quand aux objets désignés (« ça correspond à quoi ? », technique 5). L'enseignant représente alors 5 interventions sur 13 (38% des tours de parole). Les objets à classer sont désignés par leurs contenus, seuls éléments à la disposition des élèves. L'enseignant ne vise pas ici l'emploi adéquat du vocabulaire spécifique de la géométrie des solides.

26. Une élève prend la parole pour exprimer sa réticence à réunir boules et cylindres dans une même classe (l'enseignant lui laisse la parole, technique 7). Cette question a déjà été soulevée lors des discussions sur la pertinence de la mention « sans côté plat ». Des échanges entre élèves se mettent en place immédiatement, sans intervention de l'enseignant. Ces échanges révèlent des divergences quand aux référentiels accordés au terme « sommet » figurant dans la dénomination de la première classe de solides : sans signification partagée, les élèves ne parviennent pas à départager leurs positions. Fidèle au contrat mis en place, l'enseignant ne s'exprime pas sur les connaissances mais pointe explicitement les « divergences de points de vue » (150. technique 11). Sans doute pressé par le temps, il décide de « mettre la question au frigo » (technique 17). L'enseignant intervient très peu lors de cette étape, laissant les échanges entre élèves se développer : il ne représente alors que 1 intervention sur 8 (12% des interventions).

27. Gestionnaire du temps, l'enseignant impose aux élèves de terminer collectivement le classement et de l'inscrire sur leur fiche (technique 9). Il collecte les réponses énoncées par les élèves et les inscrit au tableau (technique 2). Cette étape n'est constituée que d'une intervention de l'enseignant (les élèves énoncent à voix haute les lettres désignant les emballages en arrière fond).

28. Un élève intervient pour mettre en cause la dénomination « formes polygonales », qui avait été indirectement imposée par l'enseignant mais dont les élèves ne semblent pas disposer de signification précise. Par le biais d'une question, l'enseignant cible la difficulté et

renvoie la question à l'ensemble de la classe (techniques 5 et 6). Constatant la difficulté des élèves à en énoncer une définition, il reformule sa question puis la laisse en suspens et clôt l'activité (technique 2, 17 et 16). Il occupe alors 5 interventions sur 11 (45% des tours de parole).

II. 3. Formulation des gestes de l'enseignant : vers un modèle des modalités d'aménagement du milieu

Après avoir décrit l'action de l'enseignant en situation (Partie 4, I.1.1.), nous avons identifié des techniques, « manières de faire » de l'enseignant pour mettre en place et gérer la situation. Une segmentation de la séance observée en unités didactiques puis une analyse des techniques privilégiées par l'enseignant au cours de chacune de ces unités (Partie 4, I.5.) nous a ensuite permis de décrire plus précisément la façon dont l'enseignant utilise et associe ces techniques en fonction de ce qui se passe en classe, cette description figure dans le paragraphe précédent. Notre travail consiste maintenant à dégager un modèle plus global de l'action didactique de l'enseignant en situation. Pour cela, nous nous attachons à mettre en évidence des *types de tâches* de l'enseignant révélant la manière dont il construit et aménage le rapport des élèves à la situation. Il s'agit ici d'un second niveau de description de l'action professorale proposé par Sensevy et al. (2000).

Nous attirons une nouvelle fois l'attention du lecteur sur le sens particulier conféré ici au terme « tâche ». Se distinguant du cadre de l'anthropologie didactique de Chevallard, les tâches considérées ici désignent « ce que doit faire » (ou « ce que fait ») l'enseignant pour la gestion de la relation didactique en classe. Ces tâches ne sont pas culturellement reconnues par l'institution, mais elles entremêlent les structures de l'action didactique sous diverses dimensions (le langage, la communication, l'action), elles visent à décrire les modes de maintien de la relation didactique ternaire liant l'enseignant, les élèves et le savoir.

De façon régulière, l'étude en termes de techniques nous montre que l'enseignant aménage le milieu en lançant des pistes de réflexion et puis en gérant les débats, de manière à ce que les élèves identifient, reconnaissent des caractéristiques géométriques pertinentes pour classer. Cependant, l'analyse *a priori* de la situation nous montre que l'élaboration du type de classement visé par l'enseignant ne peut être déduit de la simple compréhension du contexte d'inventaire : doit-on privilégier le contexte d'inventaire et un classement par contenus ou la mention « selon des ressemblances géométriques » de l'énoncé et ne considérer que la

« forme » des emballages ? Pour mener à bien cette tâche, les élèves doivent identifier les intentions de l'enseignant, dans une interaction tripolaire entre les élèves, l'enseignant et le milieu. Le travail de l'enseignant consiste alors à conduire les élèves à un rapport approprié à la situation et aux emballages, c'est-à-dire à un rapport induisant la prise en compte des critères de classement qu'il vise. Pour ce faire, l'enseignant adopte un processus d'enseignement que l'on propose de modéliser par les gestes suivants :

II.3.1. L'enseignant (tuteur) organise l'action des élèves dans la situation

Engagé dans l'activité de la classe, l'enseignant *impose des sous-tâches* par le biais d'une question à la classe ou à un élève : lecture de la consigne, appropriation de la consigne par l'explicitation du sens des mots difficiles, explicitation du contexte d'inventaire, nouvelle lecture de la consigne et prise en compte des objets de la situation pour envisager des perspectives d'action, identification de critères de classement, dénomination de la première puis de la seconde classe, classement effectif des emballages collectivement.

En imposant ces objets de travail, l'enseignant assure l'adéquation du travail des élèves à ses objectifs et régule la chronogenèse. L'engagement des élèves dans l'espace topogénétique est alors relativement faible : l'enseignant problématise la situation, engage les élèves sur des pistes de réflexion, guide les recherches en posant des questions plus ou moins fermées. Il propose aux élèves un choix raisonné de la situation.

Conformément à la caractérisation de la posture de tutelle présentée dans nos cadres théoriques (Partie 1, II.4.4.iii), nous dirons que l'enseignant se place alors en position de *tuteur* : il est présent dans la recherche collective de stratégies, il organise l'action des élèves dans la situation dans leurs « zone proximale de développement » et intervient lors de la réalisation de la tâche, il donne des informations et répond aux questions des élèves, il organise, maintient, relance leur travail. Il constitue enfin la personne ressource qui détient le savoir et qui, *in fine*, sera le garant que les productions des élèves sont acceptables du point de vue du savoir scolaire visé par les Instructions Officielles.

Les fonctions remplies par l'enseignant à travers ces actions peuvent être rapprochées des fonctions retenues par Dumas-Carré et Weil-Barais (1998) pour caractériser la posture de tutelle : l'enseignant tuteur propose aux élèves des situations et des questions, oriente leur activité, leur propose des « sous-buts », montre et informe. Reprenant les catégories de Winnykamen (1998) évoquées dans la Partie 1, II.4.4.iii, nous pouvons également dire que l'enseignant opère une « recentration de l'élève sur la tâche » et assure « le guidage dans la

progression de la tâche » (en imposant aux élèves des « sous-buts »), aide les élèves « au dépassement d'un obstacle » (en précisant par exemple la nécessité d'identifier des critères de classement), aide « à la gestion procédurale » (en suggérant un classement en deux groupes), « s'implique dans la relation » didactique et veille au « maintien » cette relation.

L'analyse des gestes de l'enseignant nous montre que l'enseignant-tuteur a schématiquement recourt aux techniques professionnelles suivantes :

- Technique 1 : Créer et entretenir un travail collaboratif
- Technique 5 : Poser une question à la classe
- Technique 6 : Poser une question à un élève
- Technique 9 : Imposer (Oriente vers) des objets de travail, définir le travail en début de sous-tâche
- Technique 15 : Répondre à une question non visée par l'enseignant et clôturer.
- Technique 16 : Conclure

Notons que, en accord avec le modèle théorique, l'analyse de la situation nous montre que l'enseignant-tuteur intervient de moins en moins dans la situation, laissant une place grandissante aux échanges entre élèves, preuve de leur autonomie.

II.3.2. L'enseignant (médiateur) favorise et gère les interactions langagières

Pour chacune de ces sous-tâches, l'enseignant *conduit les élèves à élaborer conjointement des solutions, grâce à la mise en place, le maintien et la gestion d'interactions langagières*. La construction des connaissances est le fruit d'interactions entre élèves, ou sinon entre les élèves et le milieu lorsque les échanges précédents ne permettent pas de dégager un consensus à partir des positions exprimées.

Lors de ces moments, l'enseignant n'intervient jamais sur le contenu des discussions, mais se positionne comme meneur du jeu interactionnel et secrétaire de séance. Il ne se reconnaît alors le droit que de souligner les idées qu'il juge cruciales pour l'avancée des débats en les proposant explicitement à la prise en compte du groupe. Nous dirons qu'il se place dans la position du *médiateur* : il se constitue en intermédiaire entre les élèves et l'univers des connaissances et des pratiques visées. Il permet que « s'instaure un accord sur des propositions, des procédés, des conceptualisations, des modes de schématisation et d'écriture, des modes de validation, etc. » qui constituent pour Dumas Carré et Weil-Barais (1998) des actions de médiation. Il négocie avec les élèves les changements cognitifs. Il laisse les élèves échanger et confronter leurs points de vue, sans interférer. Le rôle de l'enseignant « consiste [alors] à aider l'individu à percevoir et à interpréter son environnement »

(Schwebel, Maher, Fagley, 1990, p.297). Comme médiateur, il aide les élèves à reconnaître un rapport adéquat aux objets de la situation, en sélectionnant ou en organisant les pistes de travail proposées. « Prenant en charge une distorsion entre deux points de vue, la médiation [consiste en] une stratégie de prévention et de résolution des incompatibilités cognitives » (Dumas-Carré et Weil-Barais, 1998, p.6).

Pour ce faire, il met en place un guidage souple consistant à alterner et/ou utiliser conjointement les tâches suivantes :

- Aménager un espace aux élèves leur assurant une liberté d'expression. Pour ce faire, l'enseignant s'intègre à la communauté des élèves (« on »), fait preuve de politesse, alimente et maintient constamment la dévolution en plaçant les propositions des élèves comme seul moteur de l'activité. Il instaure ainsi un climat de confiance et d'écoute réciproque favorisant la libre expression des points de vue des élèves.

L'enseignant a alors recourt aux techniques professionnelles suivantes :

- Technique 1 : Créer, entretenir un travail collaboratif (politesse, feint son ignorance...)
- Technique 2 : Répéter ou faire répéter, reprend pour diffusion
- Technique 3 : Proposer une double formulation d'une question ou d'une assertion
- Technique 4 : Manifester qu'il a entendu (« d'accord » par exemple)

- Inciter les élèves à réagir de façon explicite (« tu veux réagir par rapport à ça ? ») ou en reprenant les énoncés d'élèves pour diffusion.

Outre la mise en place d'un espace assurant aux élèves une relative liberté d'expression, les techniques mises en place sont alors les suivantes :

- Technique 5 : Poser une question à la classe
- Technique 6 : Poser une question à un élève
- Technique 8 : Solliciter un échange, voire la confrontation des propositions des élèves

- Distribuer la parole en désignant un élève ou en donnant la parole à un élève qui la sollicite. Notons que si l'enseignant désigne parfois explicitement les locuteurs autorisés à prendre la parole, il ne bride pas pour autant la parole spontanée des élèves. Il favorise ainsi le développement d'échanges entre élèves, menant à la co-construction d'énoncés ou à la confrontation de positions.

Cette tâche est à mettre en lien avec les techniques suivantes :

- Technique 6 : Poser une question à un élève
- Technique 7 : Donner la parole à un élève qui la sollicite

- Mettre en évidence des contradictions : L'analyse de la séance montre que des oppositions entre élèves constituent un élément déclencheur central à la mise en place de nouveaux échanges entre élèves. Ayant incité les élèves à exprimer leurs rapports aux objets

de la situation, via la formulation de propositions d'action essentiellement, l'enseignant pointe les difficultés à élucider pour mener à bien la sous-tâche imposée en mettant en évidence les dissonances entre les positions d'élèves. Il contribue à tisser le discours collectif en reliant les diverses prises de parole afin de contraster, voire d'opposer, les paroles d'élèves plus que de les concilier.

L'enseignant, par le biais d'une guidance souple, provoque l'expression de paroles contradictoires via une question à un élève ou à la classe («Y'en a qui ne sont pas d'accord avec ce que vient de dire Alexis ? »), engage les élèves à élucider les points de désaccord (« ça ne correspond pas à ce qu'il a dit, alors ? »). Cette technique permet à l'enseignant de mettre en place les règles du débat, en provoquant la nécessité d'écouter et de comprendre les interventions des pairs. Elle ouvre à la réflexion collective mue par la recherche de consensus et donne lieu à des échanges dont nous avons identifié le caractère argumentatif lors de travaux précédents (Mathé, 2004).

L'enseignant pointe enfin parfois explicitement les divergences entre les positions des élèves lorsque les élèves ne parviennent pas à trouver un consensus et qu'il souhaite laisser la question en suspens (« Je sens une divergence de points de vue... »).

L'enseignant a donc ici recourt aux techniques suivantes :

- Technique 5 : Poser une question à la classe
- Technique 6 : Poser une question à un élève
- Technique 8 : Solliciter un échange, voire la confrontation des propositions des élèves
- Technique 11 : Mettre en évidence des contradictions dans les propositions des élèves

- Lorsque les échanges entre élèves ne leur permettent pas d'élucider une question, de dépasser une difficulté, l'enseignant *laisse le problème en suspens* (technique 17). Se refusant à intervenir sur le contenu cognitif de la sous-tâche, l'enseignant pointe explicitement la difficulté à laquelle se heurtent les élèves et, gestionnaire de la chronogenèse, reporte la question à un autre temps didactique, dans une sorte de « mise au frigo » (Centeno, 1995). L'analyse de la situation nous montre que l'enseignant a recours à cette technique lorsque les élèves sont confrontés à une difficulté pour laquelle ni les échanges langagiers entre pairs, ni le retour au milieu n'apportent de solution acceptable par tous. L'enseignant signifie alors l'importance de la question et la laisse en suspens en attendant que le milieu que co-construisent les élèves soit suffisamment riche pour offrir des rétroactions leur permettant de trancher les points de litige. Dans la séance étudiée, cette technique concerne le sens du vocabulaire de géométrie (« arête », « face », « côté » et « polygone ») dont les débats révèlent les ambiguïtés référentielles.

- L'enseignant adapte le travail de la classe aux propositions des élèves : accompagnant les élèves dans l'exploration de la situation et l'élaboration de stratégies de classement adéquates, l'enseignant se montre capable de tenir compte des propositions des élèves et de modifier l'activité prévue en suivant les pistes de réflexion introduites par ceux-ci.

Ceci est à mettre en lien avec les techniques suivantes :

- Technique 10 : Sélectionne de nouveaux objets de travail dans les propositions des élèves
- Technique 7 : Donne la parole à un élève qui la sollicite

L'enseignant témoigne alors sa volonté de placer la parole des élèves au centre de la réflexion collective : la « situation de recherche » n'est pas feinte.

- L'enseignant institue les perspectives d'action puis le classement effectif co-construit par les élèves grâce aux échanges langagiers. Pour ce faire, il a recourt aux deux techniques suivantes :

- Technique 12 : Marquer son accord, et instituer les propositions de la classe en connaissances
- Technique 14 : Instituer les modalités d'action

L'enseignant veille alors à ne pas confisquer la parole des élèves : il reprend les énoncés, fruit de la réflexion collective, demande souvent confirmation, s'assure de l'accord de tous et inscrit la connaissance au tableau. L'*institution* des modes d'action sur les emballages (et donc d'un rapport adéquat aux solides dans le cadre de la géométrie) ne prend donc appui que sur les solutions construites de façon collective par les élèves, ce qui confirme la relative adidacticité de la situation.

- L'enseignant institue certains éléments du langage du jeu tels que le mode de désignation des emballages, les termes « forme arrondie » ou « formes polygonales » (technique 13). Contrairement à l'*institution* des modes d'action sur les solides, l'enseignant suggère fortement quelques éléments du langage du jeu aux élèves, par recours à une technique s'apparentant à un effet Topaze :

- P : «Comment ça s'appelle, cette catégorie ? J'entends les carrés, les rectangles, les trapèzes...
- Ensemble : Les angles, les polygones, les quadrilatères.
- P : Donc, tu as parlé de polygones, oui...les formes poly...
- E : polygonales.
- P : Les formes polygonales, oui.

En ce qui concerne le mode de désignation des emballages, l'enseignant accorde les élèves sur la façon de parler des emballages lors du classement effectif. Ceci n'étant pas un

enjeu de l'activité (il s'agit de désigner les emballages par des lettres), l'enseignant fixe simplement une façon de parler partagée et opératoire.

De même, l'expression « forme arrondie » n'appartient pas au vocabulaire de la géométrie, les élèves ne pouvant pas avoir accès à un vocabulaire spécifique « expert » (surfaces délimitées par une ellipse), il s'agit de se mettre d'accord sur une façon de parler locale et partagée qui permettent aux élèves de parler des faces des emballages en situation.

En ce qui concerne le terme « forme polygonale », le mode de gestion de la phase d'élaboration de la désignation de la seconde classe de solides révèle le souci de l'enseignant d'accélérer le temps didactique : les élèves ont mis du temps à se mettre d'accord sur la désignation de la première classe (« formes rondes ou arrondies, sans sommet »), il souhaite aller plus vite pour la seconde catégorie afin d'engager les élèves dans le classement effectif des emballages. En quelque sorte, il « force la main » des élèves en imposant subtilement la désignation de cette seconde classe qui convoque l'emploi de l'adjectif « polygonale », objet d'une leçon précédente. La dénomination instituée n'est alors pas le fruit d'une réflexion collective. Le sens du terme « polygonale » ayant été défini dans le cours, l'enseignant suppose que les élèves en ont une signification partagée. La suite de la séance révélera qu'il n'en est rien puisqu'un élève interrogera plus loin cette désignation et mettra à jour la difficulté des élèves à conférer un sens à ce terme (« Vous ne savez plus ce que c'est qu'un polygone alors... »). L'enseignant laissera alors la question en suspens. Toutefois, s'ils ne possédaient pas le vocabulaire « formes polygonales » visé (et imposé) par l'enseignant, les élèves avaient écrit les figures planes qu'ils souhaitaient réunir dans un même groupe (110. « formes carrées », « trapèzes », 111. « les polygones, les quadrilatères ») et semblaient d'accord sur la caractérisation de cette classe.

Dans chacun des cas reconnus dans notre analyse comme relevant d'une *institution du langage du jeu*, l'action de l'enseignant consiste à introduire dans le milieu un vocabulaire local et partagé permettant de parler des objets de la situation. L'enseignant n'intervient pas stricto sensu sur le savoir en jeu mais veille à la construction d'un espace de « rationalité commune » (Frelat-Kahn, 1998, p.22 ; Cf. Partie 1, II.4.4.) en stabilisant des « façons de parler » partagées par l'ensemble des interactants. Ce travail peut être interprété comme une "construction de prémisses ayant un sens partagé" sur lesquelles pourront s'établir les raisonnements ultérieurs. Cet accord sur les prémisses est toujours un élément essentiel qui donne son caractère propre au raisonnement en mathématiques mais aussi en physique.

II.3.3. Première synthèse sur l'enseignant

L'analyse précédente montre que l'apparente libre réflexion des élèves est subtilement contrôlée par l'enseignant qui associe de façon complémentaire les fonctions de tuteur et de médiateur. De la compréhension du contexte d'inventaire au classement effectif des emballages « selon des ressemblances géométriques », le bon rapport des élèves aux objets de la situation (les solides) est de plus en plus circonscrit. Tout au long de l'activité, l'aménagement du milieu par l'enseignant vise à élaborer un milieu (-élève) pour le classement effectif des emballages. L'enseignant permet aux élèves d'*exprimer des propositions*, par le biais de techniques favorisant le travail collaboratif et la dévolution de la situation, en incitant les élèves à réagir lors de la gestion des débats, puis *sélectionne le rapport des élèves aux solides* (emballages) en reprenant les propositions révélant un rapport adéquat aux objets, en organisant des confrontations visant à interroger les propositions non pertinentes.

La mise en confrontation des propositions des élèves amène les élèves à *rencontrer leur ignorance* (Sensevy, 2002, p. 37), puis l'enseignant leur permet de la lever en les amenant à cerner au plus près le type de rapport qu'ils doivent établir avec le milieu pour trouver un consensus sur les modes d'action pertinents dans la situation.

Pour l'enseignant, l'enjeu est donc de mettre en place des modalités de gestion des échanges lui permettant de conduire les élèves vers ses attentes, tout en leur laissant un espace suffisamment important pour que la situation s'apparente à une situation adidactique. Le risque de tomber dans un mode de gestion proche de l'effet Topaze est alors grand. Cependant, la gestion de l'enseignant ne saurait relever d'un simple effet Topaze, dans lequel les réponses que doivent donner les élèves sont déterminées à l'avance et le maître choisit les questions auxquelles ces réponses peuvent être donnée (G. Brousseau, 1998)⁴⁴. Il s'agit plutôt, à notre sens, de ce que Sensevy (2002)⁴⁵ nomme « Indications Topaze » : la gestion de l'enseignant est marquée d'indications dans lesquelles il produit des signes non directement relatifs à une connaissance mais à *une action possible dans le milieu*. Cette distinction est corroborée par le fait que les élèves n'ont pas dans cette situation à construire des connaissances mais à utiliser des connaissances déjà acquises sur les solides (nombres de côtés, de faces, d'arêtes) pour parvenir à les classer. Il s'agit de sélectionner parmi tous les classements qu'ils sont capables de produire celui qui apparaîtra comme pertinent au regard

⁴⁴ Op.cité, p.52

⁴⁵ Op. cité, p.36

de la situation. Comme nous le montre l'analyse quantitative de l'action professorale, la répartition topogénétique de la relation didactique est d'ailleurs relativement équilibrée. Même si le mode de gestion des débats par le professeur induit des indications quand à ses attentes, une certaine liberté, un espace topogénétique réel est laissé à l'élève.

L'analyse du travail langagier du professeur, permis par notre méthodologie, nous a ainsi amené à saisir comment le maître maintient dans l'activité une certaine forme d'adidacticité, alors même qu'il incite sans cesse les élèves à construire le classement attendu, difficilement identifiable avec les seules indications de la consigne. C'est en effet par adaptation au milieu (composé des éléments de la situation proposée par le maître mais aussi par les autres élèves de la classe) que l'élève apprend. Le mode de gestion de la situation par l'enseignant pourrait en effet être modélisé par l'alternance des tâches suivantes que nous mettons en relation avec les techniques identifiées par notre analyse :

POSITION DE TUTEUR	POSITION DE MÉDIATEUR
<p>L'enseignant met en place un climat de travail collaboratif, favorise la prise de parole des élèves et sollicite des échanges langagiers. Il est présent dans l'activité et aménage un espace aux élèves leur assurant une liberté d'expression.</p> <p>Technique 1 : Créer, entretenir un travail collaboratif (politesse, feint son ignorance...)</p> <p>Technique 2 : Répéter ou faire répéter, reprendre pour diffusion</p> <p>Technique 3 : Proposer une double formulation d'une question ou d'une assertion</p> <p>Technique 4 : Manifester son écoute (« d'accord » par exemple)</p>	
<p>-L'enseignant guide l'exploration du contexte et l'appropriation de la tâche</p> <p>Technique 5 : Pose une question à la classe</p> <p>Technique 6 : Pose une question à un élève</p> <p>- L'enseignant impose des sous-tâches</p> <p>Technique 5 : Poser une question à la classe</p> <p>Technique 6 : Poser une question à un élève</p> <p>Technique 9 : Imposer (Oriente vers) des objets de travail, définir le travail en début de sous tâche</p>	
<p><i>Pour chaque sous-tâche</i></p>	
<p>- L'enseignant oriente la réflexion collective vers un rapport adéquat aux objets de la situation en reprenant les propositions pertinentes ou en incitant incite les élèves à réagir aux propositions révélant un rapport non adéquat, marquant implicitement son désaccord (par le biais de question négative du type « Qui n'est pas d'accord... ? »).</p> <p>Technique 2 : Répète ou fait répéter, reprend pour diffusion</p> <p>Technique 5 : Pose une question à la classe</p> <p>Technique 6 : Pose une question à un élève</p> <p>Technique 8 : Sollicite un échange, voire la confrontation des propositions des élèves</p> <p>L'enseignant organise l'action des élèves dans la situation et gère le temps didactique</p> <p>Technique 15 : Répond à une question non visée par l'enseignant et clôture.</p> <p>Technique 16 : Conclut</p>	<p>- L'enseignant incite les élèves à exprimer leurs rapports aux objets, via la formulation de perspectives de traitement.</p> <p>Technique 1 : Créée, entretient un travail collaboratif (politesse, feint son ignorance...)</p> <p>Technique 5 : Pose une question à la classe</p> <p>Technique 6 : Pose une question à un élève</p> <p>- L'enseignant incite les élèves à régir aux propositions des autres élèves</p> <p>Technique 5 : Pose une question à la classe</p> <p>Technique 6 : Pose une question à un élève</p> <p>Technique 8 : Sollicite un échange, voire la confrontation des propositions des élèves</p> <p>- L'enseignant provoque et met en évidence des contradictions afin d'amener les élèves à construire des échanges argumentatifs visant à l'élaboration d'un consensus. Ces échanges prennent la forme d'interactions entre pairs, avec parfois retour au milieu lorsque les élèves ne peuvent départager leurs positions.</p> <p>Technique 5 : Pose une question à la classe</p> <p>Technique 6 : Pose une question à un élève</p> <p>Technique 8 : Sollicite un échange, voire la confrontation des propositions des élèves</p> <p>Technique 11 : Met en évidence des contradictions dans les propositions des élèves</p> <p>L'enseignant distribue la parole et gère les interactions langagières entre élèves.</p> <p>Technique 6 : Pose une question à un élève</p> <p>Technique 7 : Donne la parole à un élève qui la sollicite</p> <p>- L'enseignant accompagne les élèves dans la réflexion collective et adapte le travail de la classe aux propositions des élèves.</p> <p>Technique 10 : Sélectionne de nouveaux objets de travail dans les propositions des élèves</p> <p>Technique 7 : Donne la parole à un élève qui la sollicite</p> <p>- Lorsque les élèves, même par interprétation des rétroactions du milieu, ne parviennent pas à trouver un consensus, l'enseignant n'intervient pas sur le savoir en jeu et laisse la question en suspens.</p> <p>Technique 17 : Laisse une question en suspens</p> <p>- L'enseignant institue le langage du jeu pour permettre aux élèves de s'accorder sur la façon de désigner les objets en jeu</p>
<p>- A la fin de chaque sous-tâche, l'enseignant reprend et institue les solutions issues de la réflexion collective.</p> <p>Technique 12 : Marque son accord, Institue les propositions de la classe en connaissances</p> <p>Technique 14 : Institue les modalités d'action</p>	

Fig. : Modélisation des gestes de l'enseignant dans l'activité de classement des emballages (Atelier, séance 1)

III. MISE EN PERSPECTIVE DE LA MODALISATION DES MODALITÉS D'AMÉNAGEMENT DU MILIEU PAR L'ENSEIGNANT DANS UNE SITUATION DE GESTION DE DÉBAT

III.1. Segmentation de l'activité observée

Comme nous l'avions fait pour la première activité de la première séance de l'« Atelier », nous commençons l'analyse des gestes de l'enseignant pour la mise en place et la gestion de l'activité par une segmentation de la séance observée en phases, épisodes, étapes. La caractérisation de ces unités didactiques a été explicitée lors de la présentation de notre méthodologie d'étude (Partie 4, I).

L'activité étudiée dans ce paragraphe consiste à établir une signification spécifique et partagée des termes « polygone », « côté », « face », « arête » en géométrie. Comme pour l'activité de classement des emballages dans le cadre d'un inventaire, cette activité prend la forme d'un débat collectif. La séance ne comporte donc pas de changement dans la forme de travail choisie par l'enseignant. Une nouvelle fois, nous ne pourrions pas ici faire apparaître de phase (au sens de Bouchard et Rolet, 2003). Notre segmentation s'articule selon les épisodes et étapes suivantes :

ÉPISODES	ÉTAPES	
1 1 à 35 : Phase de rappels : vers l'émergence du mot problématique « polygone »	1 à 11 : L'enseignant demande aux élèves de rappeler l'activité de la séance 1. Les élèves évoquent les objets de la situation (les solides) et la consigne (il fallait les classer).	1.
	12 à 16 : L'enseignant demande aux élèves d'énoncer les critères de classement retenus. [Proposition d'un élève non conforme aux attentes de l'enseignant].	2.
	17 à 20 : Un élève évoque la forme comme premier critère de classement.	3.
	21 à 32a : Une élève rappelle la question soulevée du lien entre la taille et la forme. [L'idée que la taille n'a pas d'influence sur la forme est explicitée, mais l'enseignant soulève le cas particulier du carré, la question est laissée en suspens].	4.
	32b à 35 : L'enseignant revient à la question concernant les critères de classement et resserre sa question en demandant aux élèves d'explicitier les mots employés. Un élève cite le terme de « polygone » visé par l'enseignant.	5.
2 36 à 109 : Une première tentative d'explicitation du sens du terme « polygone ».	36 L'enseignant incite les élèves à prendre la parole pour rappeler la définition du terme « polygone ».	6.
	37 à 61 : Les élèves interviennent pour proposer des éléments caractérisant, selon eux, le concept de polygone. Les réponses (souvent erronées) ne sont pas en accord avec les attentes de l'enseignant.	7.
	62 à 64 : Une élève consulte spontanément la définition du cahier de leçon et la lit à la classe. L'enseignant engage les élèves à reformuler cette définition.	8.
	65 à 70 : Le polygone apparaît dans les propos d'une élève comme une ligne brisée. Les élèves formulent le sens qu'ils assignent à l'expression « ligne brisée » [ligne circulaire].	9.
	71 à 74 : Un élève affirme que le polygone est une figure plane. L'enseignant demande aux élèves d'explicitier la différence entre figure plane et solide.	10.
	75 à 77 : L'enseignant reprend les expressions « ligne brisée » et « ligne courbe » évoquées et incite les élèves à réagir. Un élève rapproche les termes « courbe » et « brisée ».	11.
	78 à 85 : Un élève revient sur la distinction entre figure plane et solide. Après une demande de confirmation de l'enseignant, les élèves expriment leurs doutes.	12.
	86. L'enseignant marque une rupture et explicite la nécessité d'élucider la question du sens du mot « polygone » pour la suite de l'« Atelier ».	13.
	87 à 97 Un élève intervient pour s'interroger sur la capacité du polygone à « rouler ». L'enseignant revient sur la notion de ligne brisée et amène les élèves à opposer lignes courbes et lignes brisées	14.
	98 à 103 : Un élève caractérise le polygone comme un objet sans sommet et sans arête. L'enseignant précise que le terme « arête » est réservé au vocabulaire propre au solide. Un élève exprime le sens qu'il confère à ces deux mots en désignant une arête et un sommet de sa trousse.	15.
104 à 109 : L'enseignant sollicite les élèves n'ayant pas compris ce qu'était un polygone à intervenir puis interroge un élève.	16.	
3 110 à 145 : Représentation d'un « polygone » au tableau par un élève	110 à 113 : L'enseignant demande à un élève de dessiner un polygone au tableau.	17.
	114 à 118 : L'élève trace un premier segment. L'enseignant lui demande d'explicitier la nature de ce qu'il a tracé [une arête, une droite]	18.
	119 à 120 : Suite à la proposition d'un élève, l'enseignant précise qu'il n'y a pas de notion de longueur ici.	19.
	121 à 127a : L'élève complète son dessin pour former un rectangle. Une élève affirme que la figure tracée est une figure plane. L'enseignant reprend les termes « figure plane », « polygone ». Il demande aux élèves qui ne pensent pas que le rectangle maintenant dessiné au tableau est un polygone de s'exprimer.	20.
	127b à 145 : Alors que l'enseignant l'invitait à rejoindre sa place, l'élève au tableau dit ne pas avoir terminé : il souhaite ajouter des « côtés ». Pour lui, Le rectangle ne peut pas être un polygone puisqu'il n'a pas de « côté ». L'enseignant demande confirmation et précision.	21.
4 146 à 242a : Explicitation du	146 à 147 : L'enseignant demande à l'élève au tableau d'expliquer ce qu'il entend par « côté ».	22.
	148 à 154 : Les élèves échangent et expriment leur désaccord sur la dénomination des faces d'un solide (« côté » ou « face »)	23.

points de vue des élèves sur le sens des termes « côtés », « face », « arêtes » : deux significations des termes « côtés » et « polygone » s'opposent. Interrogation sur la nature d'un sommet.	155 à 163a : L'enseignant explicite l'appartenance du rectangle aux figures planes et demande confirmation.	24.
	163b à 183 : L'enseignant incite l'élève au tableau à expliquer pourquoi le rectangle n'est pas, pour lui, un polygone. Les élèves expriment leurs points de vue et s'opposent sur le sens de « côté » et donc sur celui de « polygone ». Deux positions s'opposent (« côté » = « face » ou « côté » = segment délimitant ne figure plane.)	25.
	184 à 211 : Certains élèves s'appuient sur le souvenir d'une affiche en CE2 pour corroborer la position selon laquelle un polygone est un solide.	26.
	212 à 237a : Interrogation d'un élève sur la nature d'un sommet : le sommet existe-t-il en tant que point ou est-il constitué par l'intersection de deux arêtes ? L'idée du lien intrinsèque entre sommet et arêtes est évoquée mais la question est laissée en suspens.	27.
	237b à 242a : Retour au dessin au tableau : Un élève va au tableau pour compléter le rectangle en polygone, selon sa conception du polygone. Il dessine un pavé.	28.
5 242b à 277 : Débat autour d'un dessin introduit par l'enseignant	242b à 261 : L'enseignant dessine au tableau un pavé, sur lequel il matérialise une arête et inscrit le mot « arête », puis un rectangle, sur lequel il matérialise et inscrit le mot « côté ». Les élèves émettent leurs points de vue et critiques à propos du dessin. Ils mettent en cause le dessin mais ne parviennent pas à se mettre d'accord sur une signification partagée de ces termes.	29.
	262 à 268 : Un élève met en lien l'arête du solide avec l'arête d'un poisson, dans l'espoir de donner du sens à ce mot. L'enseignant recadre la discussion dans le domaine géométrique.	30.
	269 à 277 : Une élève intervient pour remettre explicitement en cause son point de vue sur le sommet : elle accepte de voir le sommet comme une intersection d'arête. L'enseignant pointe ce changement de point de vue (et la possibilité de changer de points de vue).	31.
6 278 à 307 : Différenciation entre le vocabulaire des solides et celui propre aux figures planes	278 à 294 : Un élève va au tableau et montre, en effaçant toutes les faces du pavé sauf la face visible se présentant dans le plan du tableau, que le pavé est constitué par l'assemblage des figures planes rectangles.	32.
	295 à 305a : Accompagné par l'enseignant, un élève propose une différenciation entre le vocabulaire des solides et celui propre aux figures planes : le terme « arête » est réservé aux solides.	33.
	305b à 307 : Une élève exprime la confusion qu'elle ressent. L'enseignant précise que la discussion engendre une confusion car « ce n'était pas clair ».	34.
7 308 à 367 : Échanges argumentatifs sur la signification de « côté » et « arête ».	308 à 318a : Un élève revient sur sa position pour modifier la façon dont il désigne les segments délimitant le rectangle. Acceptant de réserver le terme « arête » aux solides, il appelle « droite » ces segments. La « face » reste pour lui le « côté » du solide qui se présente devant nous (position 1).	35.
	318b à 323 : Une élève propose une autre signification des termes « coté » et « arête » : un côté est un segment délimitant une figure plane, une arête est un segment délimitant les faces d'un solide. L'enseignant incite les élèves à réagir à cette proposition (position 2).	36.
	324 à 353 : Les élèves adeptes de la position 1 échangent et s'opposent avec ceux de la position 2 mais ne parviennent pas à trouver de consensus. L'enseignant met en évidence la nécessité de « trancher ».	37.
	354 à 367 : Un élève prend l'exemple du mur de la classe pour tenter d'élucider la question du sens de « côté » mais les élèves ne parviennent pas à se mettre d'accord.	38.
8 368 à 407 : Conclusion et clôture de la séance	368 à 396 : L'enseignant saisit un cube en carton et reprend les propositions des élèves allant dans le sens de ses attentes : une figure plane est délimitée par des côtés, lorsqu'on les assemble pour former un solide, ces segments changent de nom pour s'appeler « arête ». L'enseignant demande confirmation aux élèves.	39.
	397 à 407 : L'enseignant marque la fin de la séance. Il fait une synthèse des débats (définition de polygone) et déclare vouloir revenir sur les points litigieux la prochaine fois, notamment sur la signification de « côté » et « face ». Il souligne la nécessité d'un travail sur la distinction entre vocabulaire géométrique et langage courant. Un élève déclare avoir mieux compris « grâce à la discussion ».	40.

III.2. Analyse quantitative : un premier aperçu de la place de l'enseignant dans l'activité

Souhaitant comparer la position de l'enseignant dans la seconde séance de l'« Atelier » à la position qu'il adoptait dans la première activité, suivant l'étude précédente, nous esquissons une première analyse quantitative de son action dans la situation.

Lors de l'analyse de la première activité, une étude similaire nous avait permis de dégager de premiers éléments indicateurs de la spécificité du rôle du maître dans ce dispositif. Notre analyse s'appuyait alors sur les travaux de Sinclair et Coulthard (1975) et de Garcia-Debanco (1996) cités par Bouchard (2001). A partir de l'analyse de corpus, ces travaux montrent que les interactions en classe lors de phases d'enseignement dialogué comme lors des phases de débat en classe sont invariablement modélisables par une alternance d'interventions de l'enseignant et d'interventions des élèves : dans tous les cas, le professeur produit à lui seul au moins autant de tours de parole que l'ensemble des élèves. Or, la prise en compte des rapports du nombre d'interventions de l'enseignant au nombre total d'interventions pour l'activité complète, puis par épisodes et par étapes, nous avait conduit à constater que, de façon originale au regard des travaux évoqués, les échanges langagiers de la première activité de l'« Atelier » ne se réduisaient pas à une simple alternance d'interventions du maître et d'interventions d'élèves mais que l'enseignant était capable de se mettre en retrait pour laisser place à des séquences où les élèves échangeaient et se répondaient directement, sans qu'il n'intervienne.

De façon similaire, le dénombrement des interventions de l'enseignant puis de toutes les interventions de la seconde séance de l'« Atelier » (annexe 11) montre que, de façon globale d'abord, l'enseignant ne représente que 38 % des tours de parole de la séance (contre 41% lors de l'étude précédente). Comme pour la première activité du dispositif la relative faiblesse de ce nombre nous conduit à émettre l'hypothèse selon laquelle l'enseignant adopte dans cette activité une position particulière lui permettant de « laisser de la place » aux échanges entre élèves.

Un dénombrement similaire pour chaque épisode identifié au paragraphe précédent nous permet ensuite de saisir plus finement le poids de l'enseignant dans la relation dialogique induite par la situation. Les résultats de ce travail sont recensés dans le tableau suivant :

	1	2	3	4	5	6	7	8
Épisodes	1 à 35 : Phase de rappels : vers l'émergence du mot problématique « polygone »	36 à 109 : Une première tentative d'explicitation du sens du terme « polygone ».	110 à 145 : Représentation d'un « polygone » au tableau par un élève	146 à 242a : Explicitation du point de vue des élèves sur le sens des termes « côté », « face », « arête » : deux significations des termes « côtés » et « polygone » s'opposent. Interrogation sur la nature d'un sommet	242b à 277 : Débat autour d'un dessin introduit par l'enseignant	278 à 307 : Différenciation entre le vocabulaire des solides et celui propre aux figures planes	308 à 367 : Échanges argumentatifs sur la signification de « côté » et « arête ».	368 à 407 : Conclusion et clôture de la séance
Nombre d'interventions de l'enseignant / nombre total d'interventions	18/35	31/73	17/35	32/97	14/34	11/28	16/62	14/39
Interventions de l'enseignant (%)	51	42	48	33	41	39	25	35

Cette brève étude nous conduit à constater que l'enseignant se montre relativement interventionniste lors de l'épisode d'ouverture de la séance, appelée ici « phase de rappels ». Lors de cet épisode, l'enseignant organise de façon forte l'action des élèves dans la situation et la forme prise par les échanges langagiers se rapproche des interactions étudiées par Sinclair et Coulthard (1975) : l'enseignant occupe à lui seul plus de la moitié des tours de parole (51%). Toutefois, le poids de l'enseignant dans le débat collectif auquel donne lieu la recherche d'une signification partagée du terme « polygone » en géométrie (épisodes 2 à 7) se révèle relativement faible (entre 25 et 48 pour cents des interventions sont imputables à l'enseignant). Comme dans la première activité de l'« Atelier », l'analyse quantitative nous livre donc des premiers éléments nous permettant de supposer que l'enseignant adopte, dans cette activité encore, une position originale lui permettant d'être présent dans l'activité et de réguler le rapport des élèves au milieu tout en laissant aux élèves un espace suffisamment important pour qu'ils puissent développer des échanges d'élèves entre eux pour une co-construction des significations. Toutefois, si cette analyse nous donne accès à une vue globale de la place du maître dans la situation, elle ne constitue qu'une entrée dans l'analyse des gestes de l'enseignant, dont l'enjeu consiste à saisir et comprendre la façon dont celui-ci aménage l'action des élèves dans la situation. Pour mener à bien cette analyse, nous construisons une analyse qualitative de l'action de l'enseignant en termes de techniques, selon la méthodologie inspirée des travaux de Sensevy et al. (2000) et Sensevy (2002), et présentée au paragraphe I de cette partie. Comme pour l'analyse des gestes de l'enseignant dans l'activité précédente, nous intégrerons l'analyse quantitative des interventions de l'enseignant par étapes, peu significative en elle-même car concernant des étapes de tailles très hétérogènes, à l'analyse qualitative des gestes, en termes de technique.

III. 3. Identification des techniques mises en place par l'enseignant, par étapes

En accord avec la méthodologie élaborée pour l'étude des gestes de l'enseignant dans la première activité, nous interprétons ensuite chacune des interventions de l'enseignant en termes de techniques. Notre objectif est ici d'interroger le modèle de l'action didactique du professeur issue de l'analyse de l'activité précédente dans une activité différente de l'« Atelier ». Nous ne modifions donc pas le cadre de l'analyse et réinvestissons les techniques que nous avons dégagées à partir de la description locale de l'action de l'enseignant (Partie 4, I.2.1). Comme précédemment, cette étude donne lieu à un tableau mettant en lien interventions de l'enseignant et techniques (extrait en annexe 12). Pour chaque technique, nous comptabilisons ensuite le nombre de fois où la technique a été identifiée par étapes puis nous ramenons le nombre de ces techniques au nombre d'interventions de l'enseignant par étapes. Cette opération donne lieu à un second tableau (extrait en annexe 13) et nous permet de construire un diagramme à barres représentant les techniques utilisées par l'enseignant lors de chacune des étapes.

Grappe 2 séance 2

À coller

III. 4. Analyse des techniques et formulation des gestes de l'enseignant en situation de débat

Afin de faciliter l'entrée du lecteur dans l'analyse qui suit, nous rappelons une nouvelle fois les numéros assignés à chacune des techniques retenues :

- Technique 1 : Crée, entretient un travail collaboratif (politesse, feint son ignorance...)
- Technique 2 : Répète ou fait répéter, reprend pour diffusion
- Technique 3 : Propose une double formulation d'une question ou d'une assertion
- Technique 4 : Manifeste qu'il a entendu (« d'accord » par exemple)
- Technique 5 : Pose une question à la classe
- Technique 6 : Pose une question à un élève
- Technique 7 : Donne la parole à un élève qui la sollicite
- Technique 8 : Sollicite un échange, voire la confrontation des propositions des élèves
- Technique 9 : Impose (Oriente vers) des objets de travail, définit le travail en début de sous tâche
- Technique 10 : Sélectionne de nouveaux objets de travail dans les propositions des élèves
- Technique 11 : Met en évidence des contradictions dans les propositions des élèves
- Technique 12 : Marque son accord, Institue les propositions de la classe en connaissances
- Technique 13 : Institue le langage du jeu
- Technique 14 : Institue les modalités d'action
- Technique 15 : Répond à une question non visée par l'enseignant et clôture.
- Technique 16 : Conclue
- Technique 17 : Laisse une question en suspens

Une observation attentive des techniques privilégiées par l'enseignant, mises en lien avec l'enjeu cognitif de chacune des étapes, nous livre une « carte globale » de l'action du professeur dans la situation, que nous proposons d'analyser et de comparer au modèle des gestes élaboré lors de la première activité de l' « Atelier ».

Rappelons tout d'abord que le choix d'interroger le modèle de l'action de l'enseignant dans la situation induite par l'activité de la deuxième séance de l' « Atelier » est essentiellement motivé par la nature particulière de cette activité. Nous l'avons vu lors de l'analyse a priori du dispositif, le travail mené par la classe lors de cette deuxième séance n'avait initialement pas été prévu par l'enseignant. Cependant, l'activité de classement d'emballages dans le cadre d'un inventaire a donné lieu, lors de la première séance, à des discussions collectives révélant, entre autres, des divergences quand aux significations accordées par les élèves à certains termes du vocabulaire élémentaire de géométrie : les élèves ne parvenaient pas à se mettre d'accord sur l'existence de sommets sur un cylindre et, à la fin de l'activité, un élève interrogeait le sens de l'expression « forme polygonale », introduite par l'enseignant pour désigner la seconde classe de solides lors du classement des emballages. L'enseignant décide donc de débiter la deuxième séance de l' « Atelier » par un rappel de la définition du terme « polygone », celle-ci ayant fait l'objet d'une leçon de mathématiques datant de quelques semaines. Conformément au déroulement prévu de l' « Atelier » (Partie 2, I.2), l'enseignant souhaite ensuite proposer aux élèves une activité de description de solides

dessinés en perspective cavalière, visant à leur faire utiliser les propriétés géométriques retenues comme critères de classement (et le vocabulaire géométrique alors employé) dans une tâche de description, dans une sorte d'évaluation des apprentissages en cours : les élèves doivent décrire individuellement les caractéristiques de solides représentés en perspective cavalière (fiche 2) en remplissant un tableau figurant sur la même fiche. Ce tableau amène les élèves à identifier la nature des faces des solides puis à dénombrer chaque type de faces. Toutefois, le travail de clarification du sens donné au terme « polygone » en géométrie s'avère plus délicat que l'enseignant ne l'avait prévu et celui-ci fait le choix, au cours de la séance, de donner du temps aux élèves pour mener à bien ce travail : l'activité de description des solides est remise à la troisième séance de l'« Atelier ». Le travail de la classe au cours de la séance observée et analysée ici consiste donc pour les élèves à dégager d'une réflexion collective une signification partagée, opératoire et conforme aux usages scolaires du terme « polygone », placé par l'enseignant au centre des échanges en début de séance, puis des termes « côté », « face », « arête » dont la signification dans le cadre spécifique de la géométrie s'avère nécessaire à clarifier afin de saisir le sens de « polygone ». L'analyse de cette séance constitue donc pour nous une occasion précieuse de saisir et tenter de comprendre quels sont la position et le rôle de l'enseignant dans une situation d'interaction qui, contrairement à l'activité de classement des emballages, n'est plus motivée par l'enjeu de résolution d'une tâche mais par la nécessité de se mettre d'accord sur le sens des termes employés.

III. 4. 1. Ouverture de la séance : phase de rappels vers l'émergence du mot problématique « polygone », épisode 1

1. L'enseignant ouvre la séance en *imposant* aux élèves une phase de rappels (technique . 9) par le biais de questions à la classe (technique 5). Maître du jeu, il fait alterner ses questions et les réponses de élèves et occupe 5 interventions sur 11 (45 % des tours de parole). La consigne est d'abord simple et peu contraignante, laissant ainsi aux élèves la possibilité d'exprimer ce qui leur vient spontanément de la manière la plus libre possible (1 "Pouvez-vous nous rappeler ce que l'on a fait la dernière fois ?"). Comme lors de la mise en place de la première activité, il *met en place un climat de travail collaboratif, favorise la prise de parole des élèves et sollicite des échanges langagiers* : il emploie par exemple le pronom « on » (technique 1), il manifeste son écoute (technique 4) et il répète pour diffusion les propositions des élèves (technique 2).

2. Toutefois, l'enseignant guide et *oriente* rapidement la discussion, en précisant ses attentes et en resserrant sa question à la classe (12. Oui, bon, il est sorti plusieurs noms quand on a fait ce classement. Est-ce que vous vous en souvenez ? technique 5). L'enjeu, à peine masqué, de ces rappels est pour lui de récapituler les critères de classement évoqués lors de la première séance de l'atelier et de faire émerger le mot « polygone », sur lequel il souhaite axer un classement plus précis des solides, selon la nature de leurs faces, et dont un élève avait signalé ne pas percevoir le sens à la fin de la première activité. Trois interventions sur les cinq que comporte cette étape sont imputables à l'enseignant (60% des tours de parole).

3. L'enseignant reprend pour diffusion le terme « forme » évoqué par un élève comme premier critère de classement (technique 2) puis amène l'élève à approfondir sa proposition en l'incitant, par le biais d'une question, à expliciter le sens qu'il confère à ce terme (technique 6). Il est à l'origine de deux interventions sur les quatre de l'étape (50% des tours de parole).

4. Une élève intervient pour rappeler la question soulevée du lien entre la taille et la forme. L'enseignant laisse la parole à l'élève (technique 7), reprend et reformule la question de l'élève (techniques 2 et 3) et renvoie la question à la classe (technique 5). Il met cependant rapidement fin à la réflexion sur cette question en laissant les élèves établir que la taille n'a pas d'influence sur la forme et en distinguant brièvement le cas du carré, pour qui l'agrandissement de chaque côté doit être identique pour que la figure agrandie soit aussi un carré.

5. Gestionnaire du temps, l'enseignant oriente une nouvelle fois la réflexion des élèves vers le rappel des critères de classement (technique 9). Par le biais d'une question à la classe puis d'une question à un élève (techniques 5 et 6), il relance les discussions sur le vocabulaire employé lors de la séance précédente et le mot de « polygone » est finalement prononcé. L'enseignant reprend ce terme, diffusant ainsi la réponse attendue à l'ensemble de la classe, et marque explicitement son accord, il clôture ainsi la phase de rappels (techniques 2, 12). Six interventions sur les douze que comporte cette étape sont imputables à l'enseignant (50% des tours de parole).

Conformément à l'analyse précédente l'analyse des techniques mises en place par l'enseignant nous conduit à interpréter la position de l'enseignant dans cet épisode de mise en place du travail comme celle d'un *enseignant-tuteur* : il intervient directement sur le contenu cognitif de l'activité des élèves ; il *impose* une première tâche en proposant des questions aux

élèves et *oriente* la réflexion collective vers ses attentes. Gestionnaire du temps, il répond à la question du lien entre taille et forme soulevée par une élève mais non visée par les rappels.

III. 4. 2. Débats pour la construction de significations spécifiques, partagées et conformes aux usages des termes « polygone », puis « côté », « arête » et « face », épisodes 2 à 7

L'analyse qui suit vise à caractériser l'action de l'enseignant lors des épisodes 2 à 7 de la séance. Faisant l'économie de la description détaillée des techniques privilégiées par l'enseignant pour chacune des étapes, nous traitons d'un même trait ces épisodes qui concernent tous le débat collectif concernant les significations des termes « polygone », « côté », « face », « arête », « sommet » observé en classe. Une observation attentive de le diagramme à barres des techniques de l'enseignant par étapes (III.3), accompagnée d'éventuels retours à la transcription lorsque nous ressentons le besoin de saisir plus exactement « ce qui se dit » à un instant donné, nous conduit, pour caractériser les modes de gestion et de régulation de l'enseignant lors de ces épisodes, à revisiter et préciser les tâches dégagées lors de la première analyse (Partie 4, II.3.3) de la façon suivante :

- L'enseignant **incite les élèves à réagir**, à exprimer leurs points de vue et à prendre position, il *sollicite des échanges* (technique 8), par le biais de questions à la classe ou à un élève (techniques 5 et 6) :

84. Vous en pensez quoi ?

110. Non, alors comment tu pourrais le définir toi avec tes mots ?

165. D'accord. Est-ce que vous êtes d'accord ? Vous pouvez réagir par rapport à ce qu'il vient de dire ?

Cette action avait déjà été identifiée lors de l'analyse de la première activité de l'« Atelier » (Partie 4, II.3.3).

- Comme dans la séance précédente l'enseignant, en interrogeant nominativement un élève (technique 6), en donnant la parole à un élève qui la sollicite ou en laissant la parole à un élève qui la prend spontanément (technique 7), **distribue la parole et gère les interactions langagières entre élèves** (Partie 4, II.3.3).

- L'enseignant **entretient les conditions d'une communication permettant la co-construction des connaissances et s'assure de la compréhension mutuelle**. Pour ce faire, il

pose des questions (techniques 5 et 6) ou, très régulièrement, répète les propositions d'élèves pour en assurer la diffusion à l'ensemble de la classe (technique 2) :

320. Vous avez entendu ce qu'a dit Manon ?

322. Attends. C'est ce que tu as compris de ce qu'a dit Manon ou ce que tu penses avoir compris des arêtes et des polygones ?

59. E. C'est les formes qui ont des sommets

60. P. Les formes qui ont des sommets

- L'enseignant, en feignant son ignorance (technique 1), **se refuse à donner son point de vue** sur les objets d'interrogation des élèves au cœur de l'activité et renvoie les questions soulevées à la classe :

74. E. *Les solides, c'est ça par exemple (il montre une boîte en carton).*

75. Je ne sais pas. Justine, tu dis que c'est une forme circulaire.

- L'enseignant **accompagne et ponctue la progression des débats** et explicite les acquis de la réflexion.

Il marque explicitement son accord (techniques 12, 13), stabilisant le fruit de la discussion collective en connaissance utilisable par les élèves :

34. Poly c'est plusieurs, oui.

56. Oui, il y avait polygone, c'est exact.

Il dresse également parfois un bilan de l'avancée des débats ou explicite et reformule les objectifs des échanges (techniques 10, 12) :

86. Bien. Il faut qu'on arrive à définir cette notion de polygone puisque le prochain travail ça va être un classement à partir des polygones, des formes polygonales qui ne sont pas....Alors, pour l'instant, je la sens encore un peu floue cette notion de forme polygonale.

276. Donc, est-ce que ça veut dire que tu acceptes aussi de changer ton idée sur la définition d'arête et de sommet ? Est-ce que tu accepterais de changer ?

357. Le concept de figure plane est établi.

392. D'après certains, quand je regarde ce cube, on a des figures planes à 4 côtés assemblés. D'après ce que j'ai compris, quand on assemble des figures planes, les côtés qui vont se superposer deviennent des arêtes, c'est ça ?

- L'enseignant **aide à l'avancée des débats en incitant les élèves à approfondir une piste de réflexion** introduite par la proposition d'un élève et qu'il interprète comme pertinente pour la réflexion des élèves. Pour ce faire, il reprend la proposition (technique 2) la plaçant ainsi au centre de la discussion, il aide l'élève à rendre explicite son point de vue, en lui posant des questions (technique 6) l'amenant à préciser son propos ou à expliciter le sens qu'il confère aux termes qu'il emploie :

39. Déjà, c'est une forme qui a des côtés plats.

40. C'est quoi un côté ?

41 E. *Ben, c'est qui ne peut pas rouler.*

42. Qui ne peut pas rouler. Est-ce qu'on peut avoir plus de précision ?

131. Tu voulais marquer le nom de sommet ?

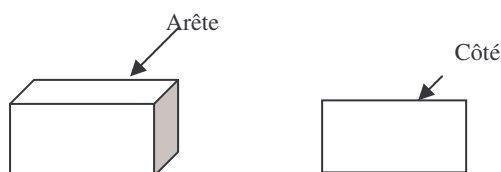
134. Tu voulais dessiner un solide ?
(Loïc dit oui de la tête.)

147. Attends. Tu peux expliquer ce que tu entends par côté ?

341. Pour résumer – Pour Manon (*ils vont se rasseoir*), Manon dit que n'importe quelle forme de ce solide devient une face à partir du moment où ce solide peut tourner et nous en peut tourner autour. Donc, finalement, elle garde le même nom pour chaque forme parce qu'elle trouve que ce n'est pas logique de changer de nom.

Dans le même esprit, l'enseignant introduit dans le milieu un dessin (épisode 29) qu'il utilise comme un support à la réflexion des élèves. L'enseignant enrichit ainsi le milieu et produit indirectement des rétroactions alimentant les échanges entre élèves : il soumet au jugement de la classe la validité du dessin tracé :

244. P. dessine au tableau



255. J'accepte complètement de m'être trompé. Vas nous montrer ce que tu veux inverser et pourquoi.

- L'enseignant **recentre** parfois **la réflexion sur les objectifs** des échanges de façon explicite :

47. Alors on avait parlé de sommets et d'arêtes, mais là on en est à « polygone ».

Lorsqu'il sent un flottement dans la discussion, il reformule l'objectif poursuivi par les élèves :

36. Qui est-ce qui se rappelle de la définition d'un polygone ?

54. Dans nos critères de classement des solides, qu'est-ce que vous aviez repéré ? On avait parlé de formes polygonales mais apparemment...

64. Bien, pour en revenir à la définition, un polygone, c'est quoi alors ?

Enfin, il laisse de côté certaines pistes de réflexion qu'il juge non pertinentes dans la situation ou trop distantes de ses objectifs, en répondant directement à la question soulevée ou rectifiant explicitement les propos d'élèves :

115. E. Une arête de 50 cm.

116. P. Non, sans mesure. Toi, tu penses que c'est une arête. Y'en a qui ont d'autres idées ? Toi, Justine.

263. Alors – Pourquoi tu veux qu'on l'appelle l'arête ?

264. E. C'est parce que par exemple les arêtes du poisson c'est souvent dur et un peu droit... enfin, ça dépend des fois mais... pis c'est dur aussi

265. E. Alors, arête de poisson c'est comme toute à l'heure avec arrête avec 2 « r » - On n'est plus dans un terme géométrique. Bastien ?

Ces trois dernières actions peuvent être mises en lien avec la tâche « *accompagne les élèves dans la réflexion collective* » identifiée dans la modélisation de l'action du professeur dans la première activité (Partie 4, II.3.3).

- L'enseignant **pointe des oppositions explicites ou potentielles** entre les points de vue des élèves, il *provoque et met en évidence des contradictions* (Partie 4, II.3.3). Il alimente ainsi les échanges et engage implicitement les élèves à tenter de trancher les dissonances exprimées :

122. Alors, toi, Manon, tu dis que c'est une figure plane. Toi, tu dis que c'est un polygone.

171. Sur quelle notion vous n'êtes pas d'accord ? Sur côté et sur face.

348. Tout à l'heure, tu as dit que les côtés c'était sur les polygones et les figures planes, alors que lui, il pense que c'est sur les solides et...

De façon globale, la description des techniques privilégiées par le maître lors de ces débats et un rapprochement de cette description avec le modèle établi lors du paragraphe II.3.3 de cette partie nous conduit à caractériser ici la position de l'enseignant comme celle d'un **enseignant-médiateur** : après avoir engagé le travail des élèves et défini une première tâche (explicitement la définition de « polygone »), le rôle de l'enseignant consiste en effet à négocier un accord acceptable entre deux parties : les élèves, dont l'enseignant doit rendre explicite les points de vue, et un usage scientifique et scolaire des termes du vocabulaire de géométrie. Les élèves ne disposent pas de significations adaptées des termes en jeu dans les activités de l'« Atelier », c'est dans la conversation et dans l'interaction que ces significations se construisent progressivement.

Lors de l'activité de classement des emballages dans le cadre d'inventaire, étudiée précédemment, il nous était apparu que, schématiquement, l'enseignant adoptait alternativement une position de tuteur, en imposant des tâches et sous-tâches permettant aux élèves de mener à bien le défi induit par la situation (aider un magasinier à classer les solides) et une position de médiateur lorsque, ayant engagé le travail des élèves dans une tâche, il se mettait en retrait et organisait les interactions entre élèves pour une co-construction des stratégies de classement. La situation est ici substantiellement différente puisque l'activité des élèves ne répond pas à un défi ancré dans une situation : le point de départ du travail de la classe est une question de l'enseignant à propos de la définition de polygone puis l'enseignant qui, rappelons-le, n'avait pas prévu ce travail, accompagne les élèves dans la réflexion collective qui se construit et dont l'enjeu est de construire des références matérielles et conceptuelles communes pour parler des solides.

De l'activité de classement des emballages au débat sur les significations, une dévolution fonctionnellement différente

A la différence de l'activité de classement dans le cadre d'un inventaire, le travail n'est pas uniquement initié par l'enseignant mais il vise à clarifier des difficultés rencontrées par les élèves lors de l'activité précédente.

La nécessité de constitution d'une référence commune relative au terme « polygone » est placée au centre des débats par l'enseignant, sous la forme d'une question à la classe (32. Qui est-ce qui se rappelle de la définition d'un polygone ?). De façon classique pour des conversations à visée d'instruction (Franceschelli et Weil-Barais, 1998, p.217), le type de communication observé est alors fortement asymétrique puisque dépendante de l'intentionnalité du professeur d'atteindre certains objectifs (expliciter avec les élèves la définition du polygone pour pouvoir introduire la fiche précédente, dans laquelle ils seront amenés à identifier la nature des faces polygonales). Le point de départ des échanges est donc une question de l'enseignant. Cependant, il nous semble important d'avoir à l'esprit que le processus de constitution de références s'effectue dans la durée : c'est parce que la question du sens à donner aux termes « côté », « sommet » puis « polygone » s'est avérée problématique lors de la résolution de la tâche de classement des emballages, lors de la première séance, que les débats sur la construction de significations partagées prennent ici du sens pour les élèves. Pour ceux-ci, l'enjeu de l'activité n'est pas de construire une signification spécifique de ces termes dans le cadre de la géométrie puisque les significations construites doivent être en accord avec les usages scientifiques et scolaires, mais de saisir la signification usuelle de ces termes dans ce cadre spécifique et de délimiter le champ de validité de ces significations. Si le travail est engagé à l'initiative de l'enseignant, la question est rapidement prise en charge par les élèves puisqu'elle répond à des difficultés déjà rencontrées, ce sont les questions soulevées par les élèves et mises en évidence par l'enseignant qui alimente la réflexion et oriente l'objet des débats.

Une position particulière de l'enseignant

N'ayant pas anticipé la difficulté rencontrée par les élèves à expliciter une signification adéquate du terme « polygone », l'enseignant n'avait pas prévu de sous-tâches lui permettant de guider le travail des élèves, comme dans l'activité précédente. Cependant, l'enseignant décide de laisser du temps aux élèves pour exprimer le sens qu'ils confèrent aux termes en question. La position de l'enseignant dans cette séance, s'en trouve alors radicalement

modifiée : il ne s'agit plus pour celui-ci de guider les élèves dans la co-construction d'un classement attendu, selon des étapes prévues, mais de les accompagner dans l'expression de leurs représentations afin de leur laisser prendre conscience du caractère spécifique des significations accordées à des termes du langage courant dans le cadre de la géométrie («côté», «face») et de délimiter le champ d'application de significations adéquates et partagées de ces termes. Intermédiaire entre le monde des pratiques scientifiques et scolaire et celui des élèves, l'enseignant privilégie donc ici grandement sa fonction de médiateur à celle de tuteur, ajustant sans cesse ses interventions aux objets et questions apparaissant dans le discours des élèves. Ainsi, comme nous le montre la description de l'action de l'enseignant en termes de techniques et de tâches, l'enseignant conduit la médiation en créant les conditions de communication, de compréhension mutuelle nécessaire à la construction de connaissances dans l'interaction et accompagne et facilite la réflexion collective en les aidant à expliciter leurs points de vue, en les aiguillant vers des pistes de réflexion qu'il juge porteuses, en laissant des questions qu'il juge non pertinentes de côté. Il interprète les propositions des élèves « en se glissant dans leur mode de pensée » (Larcher et Chomat, 1998, p.180) de façon à ce que ces propositions puissent acquérir pour lui une signification et qu'il puisse construire un terrain de discussion possible commun aux élèves. Pour Amigues (1994), « c'est cette activité interprétative des interlocuteurs qui est au cœur de ce jeu d'intercompréhension et que seul l'expert a le pouvoir, de par sa vue d'ensemble, de réaliser le projet d'évolution des énoncés des élèves » (cité par Larcher et Chomat, 1998, p.180).

Ainsi, le rôle de médiateur consiste ici pour l'enseignant à questionner les propositions des élèves plutôt qu'à les juger, à impliquer les élèves dans cette construction de connaissances en leur donnant l'occasion d'argumenter et de discuter la validité de propositions, sans référence à un jugement extérieur d'arbitre, à faire en sorte de s'assurer de la compréhension mutuelle. Il organise et gère l'interaction. Il veille également à faire progresser l'élaboration des connaissances par une interprétation constante de l'environnement cognitif des élèves. Il rappelle les acquis de la discussion et les objectifs suivis. Il décide de la prise en compte ou de l'évitement des propositions des élèves et de la suite à donner à une proposition (même lors des échanges entre élèves).

III. 4. 3. Conclusion et clôture de la séance, épisode 8

Alors que les élèves exprimaient des divergences d'opinions quant à l'appartenance du rectangle et du pavé à la famille des polygones, l'enseignant reprend la main et marque une

rupture dans la réflexion collective (368. « Attendez »). Il saisit un cube en carton dont une face a été évidée et entreprend une synthèse des propositions des élèves quand aux significations de « côté » et « face » allant dans le sens attendu. Il évince ainsi délibérément les significations proposées par les élèves non conformes aux usages scientifiques et scolaires et fixe la signification de ces termes dans le cadre de la géométrie (techniques 12 et 13), insistant alors sur la spécificité de ce cadre et sur la coexistence de significations divergentes pour un même terme sur des champs d'application limités :

392. D'après certains, quand je regarde ce cube, on a des figures planes à 4 côtés assemblés. D'après ce que j'ai compris, quand on assemble des figures planes, les côtés qui vont se superposer deviennent des arêtes, c'est ça ? Donc ici, je déplie ma boîte, j'ai des arêtes ou des côtés ?

385. Il est vrai que, dans le langage courant, on confond côté et face mais géométriquement, ce n'est pas la même chose.

Fidèle à sa conception constructiviste de l'apprentissage et soucieux d'assurer le partage des significations retenues, l'enseignant réserve tout de même un espace aux élèves leur permettant d'exprimer leurs opinions (technique 1). En évoquant nominativement les élèves dont les propositions sont retenues, il insiste sur le fait que les élèves sont moteurs de la réflexion et que les connaissances validées sont celles qu'ils ont construites :

373. (...) Damien dit que quand il assemble les 2 figures planes, les côtés deviennent une arête.

392. D'après certains (...) D'après ce que j'ai compris (...)

397. (...) Comme disait Quentin Poly égale plusieurs, gone égale côté.

Par le biais de questions (techniques 5 et 6), il demande enfin confirmation des propositions retenues à la classe :

385. En fait, chaque fois que je regarde un côté du solide, c'est une figure plane, on est d'accord ?

Enfin, l'enseignant conclue la séance en pointant les questions qui reste à élucider, à expliciter et qu'il laisse pour l'instant en suspens (techniques 11, 16 et 17) :

399. On a encore un petit souci à régler avec ça.

402. Je pense que c'est pas encore tout à fait clair. (...) On a donc encore une distinction à faire entre les notions géométriques et le vocabulaire qu'on emploie tous les jours.

La réflexion collective des épisodes 2 à 6 a permis aux élèves d'explicitier la signification qu'ils conféraient aux termes « côtés », « faces », « arêtes », dans l'espoir d'en déduire une référence conceptuelle du terme « polygone », moteur des débats. L'analyse des gestes et techniques de l'enseignant nous a permis de voir que, pour l'enseignant qui a engagé un rappel qu'il pensait bref sur la définition du terme « polygone » mais qui modifie ses projets pour explorer avec les élèves les référents relatifs aux termes de la géométrie, le véritable enjeu de ce travail consiste à conférer un espace suffisamment important aux élèves

pour leur permettre de prendre conscience des dissensions qui les séparent du fait de divergences référentielles quand aux termes « côté », « face » et « polygone » et du caractère limité du champ d'application des significations géométriques spécifiques des ces termes. Nous avons vu que l'enseignant se positionnait alors comme gestionnaire des interactions et facilitateur de la réflexion mais n'intervenait pas directement sur les contenus cognitifs en question.

Cependant, pour les élèves, la réflexion est motivée par la nécessité ressentie de clarifier la signification de ces termes afin de les rendre opératoires dans la situation de classement d'emballages. Ainsi, le débat doit aboutir à un accord sur des significations partagées et opératoires de ces termes dans la situation. Cependant, sans rétroactions du milieu car sans jugement de leurs propositions par un arbitre extérieur qui validerait les significations exprimées par rapport aux conventions de la communauté scientifique et scolaire, les élèves n'ont aucun moyen de départager leurs positions et d'élaborer ces significations adéquates. Bien que se cantonnant à son rôle de médiateur, l'enseignant ressent et exprime d'ailleurs cette « nécessité de trancher » : « Donc, on va être obligé de trancher à un moment ou à un autre » (348). L'enseignant doit alors changer de rôle et intervenir sur le contenu cognitif des débats, il incarne alors une position assimilable, au regard de notre cadre d'étude, à une position d'**enseignant-tuteur** : garant de l'adéquation des significations qui se construisent dans l'interaction et de la validité de ce qui est dit, par rapport aux usages scientifiques et scolaires, il reprend et valide les propositions issues de la réflexion collective et allant dans le sens attendus :

373. Si je regarde cette face... cette figure plane en faisant abstraction de ce qui a derrière, y'a 4 côtés (*on entend : c'est un polygone !*) c'est un polygone. Damien dit que quand il assemble les 2 figures planes, les côtés deviennent une arête

Enfin, il gère et organise le temps didactique en marquant la fin de la séance et la remise de questions à la séance prochaine :

397. On va devoir arrêter.

406. Alors, les notions côtés et faces, on y reviendra la semaine prochaine...

III. 4. 4. Conclusion : modélisation des gestes de l'enseignant en situation de débat

Au regard de notre analyse des techniques de l'enseignant précédente, nous proposons, comme dans le paragraphe II.3.3. de cette partie, de modéliser les gestes de l'enseignant dans cette situation par le tableau suivant :

POSITION DE TUTEUR	POSITION DE MÉDIATEUR
<p>L'enseignant met en place un climat de travail collaboratif, favorise la prise de parole des élèves et sollicite des échanges langagiers. Il est présent dans l'activité et aménage un espace aux élèves leur assurant une liberté d'expression.</p> <p>Technique 1 : Crée, entretient un travail collaboratif (politesse, feint son ignorance...)</p> <p>Technique 2 : Répète ou fait répéter, reprend pour diffusion</p> <p>Technique 3 : Propose une double formulation d'une question ou d'une assertion</p>	<p>Technique 4 : Manifeste son écoute (« d'accord » par exemple)</p> <p>Technique 7 : Donne la parole à un élève qui la sollicite</p>
<p>-Par le biais de rappels, l'enseignant impose une tâche aux élèves : expliciter la définition de polygone.</p> <p>Technique 5 : Pose une question à la classe.</p> <p>Technique 6 : Pose une question à un élève.</p> <p>Technique 9 : Impose (Oriente vers) des objets de travail, définit le travail en début de sous-tâche.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> - L'enseignant incite les élèves à réagir, à exprimer leurs points de vue et à prendre position. Technique 5 : Pose une question à la classe. Technique 6 : Pose une question à un élève. Technique 8 : Sollicite un échange, voire la confrontation des propositions des élèves. - L'enseignant distribue la parole et gère les interactions langagières entre élèves. Technique 6 : Pose une question à un élève. Technique 7 : Donne la parole à un élève qui la sollicite. - L'enseignant entretient les conditions d'une communication permettant la co-construction des connaissances et s'assure de la compréhension mutuelle. Technique 2 : Répète ou fait répéter, reprend pour diffusion. Technique 5 : Pose une question à la classe. Technique 6 : Pose une question à un élève. - L'enseignant, en feignant son ignorance, se refuse à donner son point de vue sur les objets d'interrogation des élèves au cœur de l'activité et renvoie les questions soulevées à la classe. Technique 1 : Crée, entretient un travail collaboratif (politesse, feint son ignorance...). Technique 5 : Pose une question à la classe. - L'enseignant accompagne et ponctue la progression des débats. Il explicite les acquis de la réflexion en marquant explicitement son accord. Il dresse parfois un bilan de l'avancé des débats ou explicite et reformule les objectifs des échanges. Technique 12 : Marque son accord, Institue les propositions de la classe en connaissances Technique 13 : Institue le langage du jeu. Technique 10 : Sélectionne de nouveaux objets de travail dans les propositions des élèves. - L'enseignant aide à l'avancée des débats en incitant les élèves à approfondir une piste de réflexion introduite par la proposition d'un élève et qu'il interprète comme pertinente pour la réflexion des élèves. Il peut enrichir le milieu et produire indirectement des rétroactions alimentant les échanges entre élèves. Technique 2 : Répète ou fait répéter, reprend pour diffusion. Technique 5 : Pose une question à la classe. Technique 6 : Pose une question à un élève. Technique 10 : Sélectionne de nouveaux objets de travail dans les propositions des élèves. - L'enseignant recentre parfois la réflexion sur les objectifs des échanges de façon explicite. Il laisse de côté certaines pistes de réflexion, qu'il juge non pertinentes dans la situation ou trop distantes de ses objectifs, en répondant directement à la question soulevée ou rectifiant explicitement les propos d'élèves. Technique 10 : Sélectionne de nouveaux objets de travail dans les propositions des élèves. Technique 15 : Répond à une question non visée par l'enseignant et clôture - L'enseignant pointe des oppositions explicites ou potentielles entre les points de vue des élèves, il <i>provoque et met en évidence des contradictions.</i> Technique 11 : Met en évidence des contradictions dans les propositions des élèves.
<p>- Garant de la conformité des significations retenues aux usages scientifiques et scolaires, l'enseignant reprend en fin de séance les propositions des élèves allant dans le sens attendu et institue la signification de ces termes dans le cadre de la géométrie.</p> <p>Technique 2 : Répète ou fait répéter, reprend pour diffusion</p> <p>Technique 13 : Institue le langage du jeu</p> <p>- Gestionnaire de l'activité, il organise et conclue le temps didactique.</p> <p>Technique 16 : Conclut</p> <p>Technique 17 : Laisse une question en suspens</p>	

Fig. : Modélisation des gestes de l'enseignant dans le débat collectif sur la signification des termes « polygone », « côté », « face », « arête » (Atelier, séance 2)

IV. FORMULATION DES GESTES DE L'ENSEIGNANT LORS DE LA REPRISE ET L'EXPLOITATION DU DÉBAT

L'analyse de la deuxième séance nous a permis de modéliser l'action de l'enseignant dans une situation de débat dont le but pour les élèves n'était pas, comme dans la première séance, de résoudre un problème dans une situation élaborée par l'enseignant (activité de classement d'emballages dans le cadre d'un inventaire) mais d'explicitier les significations qu'ils conféraient aux termes convoqués lors cette activité. Notre analyse nous a alors conduit à constater que la position de l'enseignant différait sensiblement de celle identifiée dans l'activité de classement.

Dans l'activité de classement d'emballages, l'enseignant, tour à tour tuteur et médiateur, mettait en place une forme de guidage souple consistant à intervenir de façon ponctuelle sur les contenus cognitifs de l'activité en imposant des tâches et sous-tâches, en orientant les élèves vers ses attentes, puis à prendre de la distance par rapport à l'activité afin laisser aux élèves un espace propice aux interactions dans lequel ceux-ci exprimaient et confrontaient des propositions, co-construisant ainsi des stratégies de résolution.

Dans la deuxième séance, nous avons vu que le débat n'avait pas été anticipé par l'enseignant. Notre analyse montre alors que, bien que l'enseignant se plaçait en position de tuteur en début et fin de séance afin, schématiquement, d'engager le travail de la classe puis de gérer le temps didactique, celui-ci gérait avant tout les débats en position de médiateur : il n'intervenait pas directement sur les contenus cognitifs des débats mais veillait à faciliter l'expression des propositions des élèves dans une rationalité commune.

Nous choisissons dans cette partie de passer outre l'analyse détaillée des gestes de l'enseignant lors de l'activité de mise en relation des solides (comme lors de l'activité de description de solides car les conclusions de ces analyses sont fortement similaires à celle de l'activité de classement d'emballages (Partie 4, II). Nous préférons en effet centrer notre analyse sur l'étude des « manière de faire » de l'enseignant en situation de débat pour l'élaboration d'un vocabulaire de géométrie spécifique et partagée et mettre en perspective les deux modèles de l'action de l'enseignant que nous venons d'établir (Partie 4, II.3.3 et III. 4.4.) avec une étude des modalités d'action de l'enseignant lors de la reprise et l'exploitation du débat, situation qui nous semble plus pertinente au regard de la problématique des jeux de langage.

L'analyse que nous présentons dans ce paragraphe concerne donc le début de la troisième séance de l'Atelier. Notre but est de situer la position adoptée par l'enseignant lors de cette phase de reprise et exploitation du débat de la deuxième séance. Pour ce faire, nous ne développons pas une analyse complète de l'action du professeur en situation en termes de techniques selon la méthodologie jusqu'alors exploitée mais, après avoir établi une segmentation de l'activité en phases, étapes, épisodes, nous nous appliquons à caractériser la position adoptée ici par l'enseignant en réinvestissant les tâches de tutorat ou médiation identifiées par les deux analyses précédentes, à partir de la transcription de la séance (annexe 7).

IV.1. Segmentation de l'activité

L'enseignant ouvre la troisième séance en engageant les élèves à rappeler le travail de la deuxième séance. Son but est de revenir sur le débat développé lors de cette séance et plus particulièrement sur la signification des termes « polygone », « côté », « face », « arête » et « sommet » en géométrie. Une étude de la transcription de la séance (annexe) nous conduit à segmenter l'activité observée en phases, épisodes et étapes⁴⁶ de la classe de la façon suivante :

⁴⁶ Comme lors des analyses précédentes, nous reprenons les unités didactiques de (Bouchard et Rolet, 2001). La caractérisation de ces unités didactiques a été explicitée lors de la présentation de notre méthodologie d'étude (Partie 4, I).

PHASE 1 (1 à 136)		
Élucidation des ambiguïtés référentielles et explicitation des significations spécifiques des termes « polygone », « côté », « face », « arête » et « sommet » en géométrie.		
ÉPISODES	ÉTAPES	
1 1 à 12 : Rappels du travail de la séance 2	L'enseignant engage les élèves à rappeler les objets de travail, de la séance précédente de l'Atelier. Les élèves évoquent le débat, la recherche de la différence entre côté et face, les difficultés à identifier la nature d'un polygone.	1
2 13 à 64a : Étude d'un rectangle dessiné au tableau par l'enseignant	13 à 20 : L'enseignant dessine un rectangle au tableau. Les élèves nomment la figure « rectangle » et la reconnaissent comme une figure plane.	2
	21 à 28a : Une élève va au tableau pour identifier les « côtés » du rectangle.	3
	28b à 64a : Les élèves éprouvent des difficultés à dire si le rectangle est un polygone ou non. L'enseignant explicite une définition de « polygone » et établit explicitement l'appartenance du rectangle à la famille des polygones.	4
3 64b à 88 : Identification des faces et arêtes sur un solide constitué de rectangles	64b à 75 : L'enseignant dessine deux rectangles identiques au tableau et amène les élèves à identifier ces rectangles comme étant des polygones.	5
	76 à 86 : L'enseignant dit assembler ces deux rectangles avec d'autres rectangles pour former un solide (un pavé). Il dit alors que, sur le solide, les figures planes changent de nom pour s'appeler des faces.	6
	87 à 88 : L'enseignant signale également que les côtés des figures planes se confondent lorsqu'on les assemble. Les côtés des figures planes changent de nom sur le solide pour s'appeler des arêtes.	7
4 89 à 109 : Retour au cube dont une face est évidée, rencontré à la séance 2. Élucidation des ambiguïtés référentielles	89 à 94 : Un élève intervient pour nommer « côtés » les faces latérales du cube.	8
	95 à 105a : L'enseignant délimite explicitement le champ d'utilisation du terme « côté » en géométrie : seules les figures planes admettent des « côtés », toutes les faces d'un solide sont appelées « face ».	9
	105b L'enseignant définit la base d'un solide.	10
	105c à 109 : L'enseignant explicite le caractère spécifique du vocabulaire de géométrie : les mots peuvent avoir d'autres sens dans d'autres contextes.	11
5 110 à 136 : Récapitulatif	L'enseignant invite une élève à aller au tableau pour récapituler ce qui a été dit. L'élève définit le « polygone » comme une figure à plusieurs côtés, marque les côtés du rectangle au tableau et précise que, sur un solide, ces segments sont appelés « arêtes ». Enfin, l'enseignant demande à l'élève d'hachurer une face du pavé également dessiné au tableau.	12
		13
		14
	L'enseignant efface le tableau.	15
PHASE 2 (137 à 179)		
Réinvestissement des significations spécifiques de « polygone », « côté », « face », « arête » et « sommet » dans un texte à trous		
137 à 139 : Consigne	L'enseignant distribue aux élèves la fiche 3 sur laquelle figure un texte à trous illustré. L'enseignant engage les élèves à « retranscrire tout ce qu'ils viennent de voir ».	16
140 à 179 : Correction collective de l'exercice	140 à 159 : L'enseignant invite un élève à corriger la première partie de la fiche, relative au vocabulaire propre aux figures planes (« figure plane », « polygone », « côté »). Il inscrit les réponses au tableau, sous la dictée de l'élève.	17
	160 à 165 : Un autre élève corrige la deuxième partie de l'exercice (deux « figures planes polygonales » sont assemblées pour former un solide).	18
	166 à 179 : Un troisième élève corrige la dernière partie de l'exercice relative au vocabulaire des solides (« arêtes », « face », « base », « sommet »).	19

Segmentation de l'activité de reprise du débat (Activité 1, séance 3)

Au terme de cette activité, l'enseignant ouvre l'activité de description de solides (fiche 2), initialement prévue à la deuxième séance de l'Atelier.

IV.2. Formulation des gestes pour une caractérisation de la position de l'enseignant

Notre analyse consiste maintenant à mettre en lien l'action de l'enseignant avec les tâches identifiées lors des deux modélisations précédentes et caractérisées par des assemblages de techniques didactiques, ou *mixtes techniques* (Sensevy et al., 2000, p.298), (cf. Partie 4, II.3.3 et III. 4.4.), par phases. Nous souhaitons parvenir ainsi à caractériser la position de l'enseignant dans cette activité.

Avant cela, notons rapidement que sur les 179 interventions que comporte l'activité étudiée, 88 sont imputables à l'enseignant. Celui occupe donc à lui seul 49% des tours de parole, ratio relativement élevé au regard des 41% et 38% de taux de représentation dans les activités précédemment étudiées. L'impression générale d'une position relativement interventionniste de l'enseignant est d'ailleurs corroborée par le fait que le constat que l'activité voit quasi exclusivement alterner interventions de l'enseignant et interventions de l'élève, seul un échange se développe d'élève à élève mais celui-ci ne comporte que 3 interventions.

Une rapide analyse quantitative par phases nous montre que ce relatif interventionnisme de l'enseignant semble régulier tout au long de l'activité : lors de la première phase de l'activité (*élucidation des ambiguïtés référentielles et explicitation des significations spécifiques des termes « polygone », « côté », « face », « arête » et « sommet » en géométrie*, 1 à 136), l'enseignant est à l'origine de 66 interventions sur les 136 que comporte cette phase (soit un taux de représentation de 49%), lors de la seconde phase (*Réinvestissement des significations spécifiques de « polygone », « côté », « face », « arête » et « sommet » dans un texte à trous*, 137 à 179), 22 interventions sur les 40 que comporte cette phase sont imputables à l'enseignant (soit un taux de représentation de 55%).

IV.2.1. Phase 1, Élucidation des ambiguïtés référentielles et explicitation des significations spécifiques des termes « polygone », « côté », « face », « arête » et « sommet » en géométrie (1 à 136)

La mise en relation de la transcription de la séance (annexe 7) avec les catégories de techniques puis de tâches didactiques identifiés lors de nos modélisations précédentes nous conduit à décrire l'action de l'enseignant dans cette situation de la façon suivante :

- L'enseignant **met en place un climat de travail collaboratif, favorise la prise de parole et sollicite les échanges langagiers** :

Quarante-deux de ses quatre-vingt huit interventions sont formulées sous forme de question (technique 5 et 6). Il répète très fréquemment les propositions des élèves (technique 2), marquant une certaine reconnaissance de la parole de l'élève et diffusant ces propositions à l'ensemble de la classe, veillant ainsi à l'implication de tous dans l'activité :

48. Toi, tu crois qu'il faut trois arêtes pour faire un sommet. Bastien, à ton avis ? (...)

98. Ensemble : *Une figure plane !*

99. Une figure plane, (...)

Il engage enfin les élèves à s'exprimer :

34. D'accord. Sandrine, tu penses quoi ?

48. (...) Bastien, à ton avis ?

- L'enseignant **gère les échanges langagiers** en interrogeant nominativement les élèves (technique 6), en donnant la parole à un élève qui la sollicite (technique 7). Ici seul un échange s'effectue d'élève à élève et il ne comporte que trois interventions (80, 81, 82).

- **Organisant** et guidant le travail des élèves dans la situation, l'enseignant **impose des tâches et des sous-tâches de façon récurrente** (technique 9) :

Il impose tout d'abord une phase de rappels :

1. Qu'est-ce que l'on avait fait lors du dernier atelier ?

Il dessine un rectangle au tableau et demande aux élèves de l'identifier, de marquer ses côtés puis de déterminer si ce rectangle est un polygone :

13. Qu'est-ce que c'est que ça ?

21. Est-ce que Gwendoline, tu peux me montrer les côtés s'il te plaît ?

28. Et, Christelle, est-ce que c'est un polygone ?

Il demande explicitement aux élèves de rappeler la définition d'un polygone :

38. : Qui se rappelle de la définition du polygone ?

Enfin, il invite une élève à récapituler les significations établies et guide fortement ce bilan qui voit alterner questions de l'enseignant et réponses de l'élève (épisode 5).

- L'enseignant **oriente les élèves vers un rapport adéquat aux objets de la situation** en reprenant les propositions pertinentes (technique 2) ou en incitant les élèves à réagir aux propositions révélant un rapport non idoine, marquant implicitement son désaccord:

28. Et, Christelle, est-ce que c'est un polygone ?

29. E. : *Non.*

30. Qui est-ce qui n'est pas d'accord avec elle ?

- L'enseignant **introduit et explicite les connaissances à retenir**. Intervenant de façon décisive sur le contenu cognitif de l'activité, il est le moteur de l'avancée du travail :

Après confusions des élèves, il explicite la définition du polygone :

54. Je rappelle la définition du polygone : un polygone, c'est une figure géométrique plane, donc à deux dimensions : longueur et largeur (il montre sur le rectangle au tableau), qui est composée d'une ligne brisée et fermée.

puis il affirme l'appartenance du rectangle à la famille des polygones :

64 a. Donc, ici on a une figure plane, avec 4 côtés pour celle-ci. Cette figure plane est fermée, donc c'est un polygone.

De façon ostensive, il montre aux élèves qu'un pavé est composé d'un assemblage de rectangles :

76. Maintenant, je veux assembler ces 2 polygones pour former un solide.

Il explicite les significations des termes « côté », « face » en géométrie et délimite leurs champs d'application. Il insiste enfin sur le caractère spécifique et contextuel de ses significations :

84. Et bien, dans un solide, les figures planes vont changer de nom, elles vont s'appeler ...

85. E : *Des faces !*

88. P : Dans un solide, tous les côtés des figures planes changent de nom et deviennent des arêtes.

105 a. Le mot « face », le mot « côté » sont des mots qui peuvent changer de signification en fonction de la matière dans laquelle on les emploie. Donc, à retenir : dès qu'on a un solide, on a plusieurs faces. Les arêtes retiennent les faces entre elles.

105c. Voilà, la discipline c'est les mathématiques, la géométrie. Si on utilise face ou côté en production d'écrit par exemple, on pourra l'utiliser pour autre chose : montre-moi ta face, ne perds pas la face, mets-toi de côté, passe de l'autre côté. D'ailleurs, on verra un travail de production d'écrit justement par rapport à ces mots qui sont utilisés dans plusieurs contextes, dans plusieurs disciplines.

- L'enseignant **s'assure de la compréhension de tous** en ouvrant aux élèves des espaces pour exprimer leur désaccord de façon explicite :

66. Deux figures planes. D'accord. Tout le monde est d'accord ?

72. Est-ce que c'est confus encore pour toi le polygone, la définition du polygone ?

133. Vous avez bien enregistré ?

ou en amenant les élèves à réinvestir ce qu'il vient d'établir : alors qu'il vient d'énoncer la définition du polygone, il interroge un élève à propos des deux rectangles dessinés au tableau :

68. P. : Est-ce que ce sont deux polygones ? (on entend des « oui » et des « non ») Donovan ?
69. E. : (Silence.)
70. P. : Est-ce que tu penses que j'ai ici un polygone et ici un polygone ?
71. E. : (Silence.) ... Oui.

- L'enseignant **répond directement aux questions des élèves ou rectifie explicitement leurs propos** :

103. C'est un côté si on ne le prend ... comment dire ... que sur 2 dimensions. Dès qu'on ajoute une troisième dimension – il y en a la semaine dernière qui parlaient de vision en 3D ou en relief – dès qu'on ajoute une 3^{ème} dimension – la profondeur – on a affaire à un solide et certaines parties changent de nom.
107. E. : *Y'a un truc qui est différent aussi, si on regarde, si on emploie les termes géométriques, là c'est de face et puis là c'est de côté.*
108. De profil ! Est-ce que tu peux employer les termes géométriques pour une personne ?

IV.2.2. Phase 2 (137 à 179) : Réinvestissement des significations spécifiques de « polygone », « côté », « face », « arête » et « sommet » dans un texte à trous

- L'enseignant **engage les élèves dans la résolution de l'exercice** qu'il a conçu : **il impose une tâche aux élèves.**

- Il **donne du sens à cet exercice** en explicitant auprès des élèves ses objectifs (s'assurer de l'acquisition des connaissances et amener les élèves à utiliser le vocabulaire en situation) et en replaçant cet exercice dans la progression de l'Atelier :

137. Bien. Qu'est-ce que j'attends de vous sur cette fiche ? C'est que vous puissiez retranscrire tout ce que l'on vient de voir, aujourd'hui et la semaine dernière. Aujourd'hui, c'était plus pour apporter des réponses après les discussions de la semaine dernière.

- L'enseignant **organise l'action des élèves** dans la situation en guidant fortement la correction : il énonce les bribes de phrases à compléter :

144. Qui est un ...
146. Parce qu'elle est composée ...

- Il **amène les élèves à proposer des solutions** en leur donnant la parole.

- Il **organise la prise de parole des élèves** en les interrogeant nominativement.

- Il **valide et institue les réponses exactes** dictées par les élèves en les répétant et en les inscrivant au tableau :

144. P. : Voici une figure plane (.P écrit au tableau).
145. E. : Polygone (P écrit.)
157. P : Oui, côtés (il écrit au tableau).

- L'enseignant **rectifie directement les réponses erronées** et demande aux élèves d'énoncer d'autres réponses possibles lorsque la réponse proposée par l'élève est juste mais non attendue :

- 149. On ne parle pas de sommet ici.
- 151. Non, il n'y a pas de face.
- 165. Alors, j'aimerais que ce soit un peu plus précis.

- 161. Oui. Qu'est-ce qu'on peut employer comme autre mot ?
- 177. Oui, ou ça peut-être « Colorie une face visible ».

- L'enseignant gère le temps didactique :

- 140. Est-ce que c'est terminé pour la première question ?
- 157. Deuxième exercice.
- 165. Troisième exercice

IV.2.3. Synthèse : vers une caractérisation de la position de l'enseignant lors de la phase de bilan

Conformément aux attentes de l'enseignant, l'activité étudiée dans ce paragraphe tient lieu de bilan du débat de la séance précédente concernant la signification des termes « polygone », « côté », « face », « arête ». Après avoir exprimé et discuté de différentes significations apposables à ces termes, les élèves accèdent ici à des informations sur la validité des référents proposés dans le cadre de la géométrie. Cette phase⁴⁷, assimilable à une *phase de conclusion* au sens de Margolinas (1992), est placée sous la responsabilité de l'enseignant.

L'enjeu de cette *phase de conclusion* consiste d'abord à répondre à la nécessité de « trancher » entre les propositions des élèves, évoquée par l'enseignant lors de la séance précédente, afin d'élaborer un vocabulaire de géométrie spécifique et partagé qui soit opératoire en situation. Lors de la première phase de l'activité (« Élucidation des ambiguïtés référentielles et explicitation des significations spécifiques des termes « polygone », « côté », « face », « arête » et « sommet » en géométrie »,¹ à 136), prolongeant l'épisode de conclusion de la deuxième séance de l'Atelier (paragraphe III.4.3) dans lequel l'enseignant évinçait les significations proposées par les élèves non conformes aux usages scientifiques et scolaires pour reprendre la signification idoine des termes dans le cadre de la géométrie, l'enseignant fixe ces significations révélant un rapport adéquat aux objets de la situation. Nous avons vu que, lors des débats de la séance précédente, l'enseignant privilégiait son rôle de médiateur et

⁴⁷ Le terme « phase » n'est pas employé ici au sens de Bouchard et Rolet (2003) mais est considéré ici dans son sens générique comme un intervalle de temps.

n'intervenait pas directement sur le contenu cognitif des échanges : les élèves ne percevaient alors pas directement la relation de l'enseignant au savoir. A contrario, la relation de l'enseignant et des élèves au savoir est ici fortement dissymétrique puisque l'enseignant utilise sa relation privilégiée au savoir pour émettre un jugement sur les propositions des élèves et établir délibérément la signification des termes à retenir dans le cadre de la géométrie. Intervenant fortement sur le contenu cognitif de l'activité, l'enseignant adopte ici une position de tuteur⁴⁸. Bien qu'offrant aux élèves un certain espace communicationnel, en favorisant leur prise de parole, en donnant de l'importance à la parole des élèves, en s'exprimant majoritairement sous forme de questions, l'enseignant n'a plus pour but d'accompagner les élèves dans la recherche de référents mais de répondre à la principale finalité du projet poursuivi par les élèves à travers les débats : établir un vocabulaire de géométrie opératoire. Pour ce faire, il incite d'abord les élèves à expliciter eux-mêmes le sens des termes en question, oriente les élèves vers ses attentes puis introduit et explicite les connaissances à retenir. Il s'assure parallèlement de la compréhension de tous et répond aux questions des élèves. Les élèves ne sont pas en mesure de décider eux-mêmes des significations à retenir et de leur champ d'application : l'enseignant prend alors largement en main cette phase du jeu. La phase de conclusion prend donc l'allure d'une *phase d'évaluation*, définie par Margolinas (1992, p. 128) comme une modalité de phase de conclusion dans laquelle « la responsabilité de l'enseignant s'exerce sous la forme d'un travail public pour l'élève, relativement au problème et au savoir » (Margolinas, 1992, p.128)⁴⁹.

La seconde phase de l'activité (« Réinvestissement des significations spécifiques de « polygone », « côté », « face », « arête » et « sommet » dans un texte à trous », 137 à 179) est de nature différente. La signification des termes dans le cadre de la géométrie étant établie (et l'enseignant ayant insisté sur le caractère limité du champ d'application de ces significations), il s'agit maintenant de consolider le rapport adéquat aux objets (et mots) de la

⁴⁸ Nous n'irons pas jusqu'à rapprocher cette position de la position d'expert évoquée par Winnykamen (1998) et mentionné dans notre cadre théorique (Partie 1, II. iii) car il ne s'agit pas d'un apport de connaissances abrupt de la part de l'enseignant : les significations retenues et fixées sont issues de certaines propositions d'élèves lors du débat précédent. Comme lors de l'épisode de conclusion de la deuxième séance, l'enseignant reprend les propositions d'élèves allant dans le sens attendu.

⁴⁹ Pour Margolinas (1992), l'exercice de la responsabilité de l'enseignant lors d'une phase de conclusion peut se faire de deux manières différentes, induisant deux modalités de la phase de conclusion : la phase d'évaluation dont nous citons la caractérisation, et la phase de validation : « La phase de conclusion est une phase de validation si l'élève décide lui-même de la validité de sa réponse » (p.128).

situation qui vient d'être fixé et de produire une trace écrite. L'enjeu de cette phase est alors double :

Pour l'enseignant, d'une part, il s'agit de vérifier si les significations idoines des termes « polygone », « côté », « face », « arête » en géométrie sont comprises et acquises par les élèves et si les ambiguïtés référentielles révélées par l'activité de classement des solides sont levées (les élèves doivent employer le bon mot au bon endroit dans le texte à trous).

Pour les élèves, il s'agit surtout de faire fonctionner les significations qui leur ont été imposées par l'enseignant (qui a tranché parmi leur propositions) en situation, c'est-à-dire si le vocabulaire mis en place est opératoire pour la description du rectangle et du pavé figurant sur la fiche. Ce second objectif sera retravaillé lors de l'activité suivante, dans laquelle l'enseignant amène les élèves à décrire les faces polygonales ou non polygonales de solides dessinés par le biais du tableau de la fiche 2 (annexe 2).

Fidèle à sa conception de l'enseignement et au dispositif d'Atelier, l'enseignant veille encore ici à impliquer les élèves dans la phase de correction de l'exercice, en leur donnant la parole, et à leur laisser un espace leur permettant de s'exprimer. Il guide cependant de façon forte l'action des élèves dans la situation. Contrairement à la situation de débat, il organise les tours de parole en interrogeant nominativement les élèves. Enfin, il intervient directement sur les connaissances en jeu en émettant directement un jugement de validité sur les réponses apportées par les élèves. Guidant les actions des élèves dans la situation, l'enseignant montre et informe: il se positionne encore ici comme enseignant -tuteur.

V. SYNTHÈSE SUR L'ENSEIGNANT

L'enjeu de l'analyse des gestes de l'enseignant que nous venons de présenter était de décrire et de comprendre les « manières de faire » de l'enseignant lui permettant de mettre en place et de gérer des situations dans lesquelles les élèves développent les jeux de langage dont nous avons analysé l'enjeu didactique en Partie 3. Ne disposant pas de méthodologie opératoire pour mener à bien cet objectif, nous avons été amenés à élaborer une méthodologie d'analyse originale s'appuyant à la fois sur la méthodologie d'analyse de l'action didactique du professeur proposée par Sensevy et al. (2000) et Sensevy (2002) et sur les outils d'analyse proposés par les concepts de tutelle et médiation (Dumas-Carré, Weil-Barais et al., 1998), prenant en compte de façon plus soutenue la dimension interactive de la construction de connaissances. Cette méthodologie, immédiatement mise à l'épreuve à travers notre analyse de la situation, nous a permis de caractériser les techniques et tâches mises en place par

l'enseignant, et donc plus largement la place occupée par celui-ci à différents moments didactiques du dispositif. Basant notre analyse plus particulièrement sur l'étude des techniques langagières mises en place, nous avons ainsi dégagé des éléments contribuant à mieux comprendre comment l'enseignant permet à ses élèves, dans le dispositif, de développer des jeux de langage les amenant, nous l'avons vu dans la Partie 3, de rencontrer leur ignorance relative à un usage adéquat du vocabulaire de la géométrie puis de la lever.

Notre caractérisation de l'action de l'enseignant met d'abord en évidence la place centrale conférée par l'enseignant aux interactions langagières dans le processus de construction de nouvelles connaissances dans la situation. En premier lieu, l'analyse des techniques didactiques mises en place par l'enseignant au cours des activités étudiées nous a en effet montré l'importance accordée par celui-ci à instaurer un climat de travail collaboratif, à favoriser la prise de parole des élèves et à solliciter des échanges langagiers. En position de tutelle comme en position de médiation, l'enseignant a en effet continuellement recours à des techniques visant à mettre en place une relation communicationnelle forte : il s'inclut dans le groupe de travail par l'emploi du pronom « on » et en feignant parfois son ignorance, il fait preuve d'une grande politesse et donne de l'importance à la parole de l'élève en manifestant son écoute ; à tout moment, il permet à chacun de prendre la parole pour exprimer son point de vue, il s'assure de la compréhension mutuelle des élèves en répétant leurs propositions pour les diffuser à l'ensemble de la classe, il s'assure de l'implication de tous dans la réflexion collective. Par ces techniques, l'enseignant témoigne d'une conception de l'enseignement et de l'apprentissage conférant une place centrale aux interactions à la fois entre l'enseignant et l'élève mais aussi, de façon plus originale, entre les élèves eux-mêmes : « l'enseignant n'est plus celui qui transmet les connaissances sous forme expositive, mais celui qui aide les élèves à en construire à l'occasion des interactions didactiques » (Dumas-Carré et Weil-Barais, 1998, p.5). Cette reconnaissance par le maître de l'importance des interactions didactiques tend à expliquer la nécessité que nous avons ressentie à enrichir le cadre théorique d'analyse de l'action de l'enseignant proposé par Sensevy et al. (2000, 2002) par les cadres conceptuels de tutelle et de médiation, davantage enclins à rendre compte de ces interactions. Vygotski (1934), déjà, avait mis en évidence le caractère central de ces interactions dans le développement des fonctions cognitives de l'élève (Partie 1, II.4.4.). Le cadre conceptuel livré par les travaux de Dumas Carré, Weil-Barais et al. (1998) a permis de prendre en compte de façon forte l'étude des modalités des interactions entre enseignant et élèves dans l'analyse de l'action professorale en situation.

Poursuivant l'objectif d'une caractérisation de la posture interactive du professeur dans le dispositif de l'Atelier de géométrie, l'analyse des techniques didactiques

(principalement langagières) et l'identification de tâches dans l'action de l'enseignant en situation nous a ensuite conduit à reconnaître et à caractériser deux postures différentes de l'enseignant, la position de tutelle et la position de médiation, dont celui-ci joue, selon ses objectifs, en modulant l'ampleur de l'espace de construction des connaissances qu'il offre à l'élève. Nous proposons de reprendre ici la caractérisation de chacune de ces positions.

La position de tuteur

Engagé dans l'activité de la classe, l'enseignant-tuteur intervient sur le contenu cognitif des échanges et organise le travail des élèves dans la situation : il problématise la situation, impose des tâches et des sous-tâches, engage les élèves sur des pistes de réflexion, montre et informe, guide les recherches en posant des questions plus ou moins fermées. Il assure l'adéquation du travail des élèves à ses objectifs et régule la chronogénèse en gérant le temps didactique.

La posture de tutelle induit un rapport dissymétrique de l'enseignant et des élèves au savoir : l'enseignant-tuteur laisse paraître son rapport privilégié au savoir. Tout au long de la résolution de la tâche, il est garant de l'adéquation des productions des élèves avec le savoir scolaire visé, il émet un jugement de validation sur les propositions des élèves, il institue et définit « ce qu'il y a à retenir ».

L'analyse comparée des gestes de l'enseignant dans différentes activités nous a montré que, de façon schématique :

- Lorsqu'il confronte les élèves à une situation qu'il a conçue et dont il a anticipé les étapes de résolution, l'enseignant se place de façon forte en position de tuteur au début et à la fin de l'activité, de façon ponctuelle lors de la résolution des tâches, avec des objectifs divers :

Maître du jeu, il commence par guider les élèves dans la découverte de l'activité, l'exploration du contexte et l'appropriation de la consigne. Il impose alors des tâches et sous-tâches, organise le travail des élèves, prépare la dévolution en engageant le travail des élèves sur des pistes de réflexion, par le biais de questions.

En fin d'activité, il gère le temps didactique et reprend en main l'activité pour assurer le bilan de l'activité, il reprend les propositions adéquates des élèves, il pointe les difficultés rencontrées par les élèves, les dissensions et les questions restant à travailler.

Au cours des phases de résolution des tâches par les élèves, nous avons vu que l'enseignant prenait de la distance par rapport au contenu cognitif de l'activité. Il a cependant recours à des actions de tutelle ponctuelles visant à orienter la réflexion collective vers un rapport adéquat aux objets de la situation, à recentrer le travail des élèves vers ses objectifs, par le biais de question à la classe ou à un élève ou ne répondant directement à une question non visée par la situation. Il gère

également la chronogénèse en marquant des ruptures dans le temps didactique et en introduisant des sous-tâches dans le milieu des élèves.

Notons que, en accord avec le modèle théorique, l'analyse des gestes de l'enseignant nous montre que l'enseignant-tuteur intervient de moins en moins dans la résolution du problème, laissant une place grandissante aux échanges entre élèves, preuve de leur autonomie.

- Lorsqu'il suit les élèves dans la levée des ambiguïtés référentielles révélées par les précédentes activités, l'enseignant se place en position de tuteur lors de la reprise et de l'exploitation des débats en classe. Ayant laissé les élèves opposer leurs points de vue et prendre conscience de la multiplicité de significations accordées aux termes convoqués, il prend en charge la responsabilité de la phase de conclusion, intervient directement sur les enjeux cognitifs des échanges et explicite les connaissances à retenir.

Lors de ces phases⁵⁰, l'espace topogénétique accordé aux élèves est relativement faible : l'enseignant est le moteur de la réflexion collective.

La position de médiateur

Toujours présent dans le travail de la classe, l'enseignant-médiateur ne fait plus paraître son rapport privilégié au savoir. Favorisant les échanges d'élèves à élèves, il accorde à ceux-ci un espace topogénétique important pour leur permettre d'exprimer leurs points de vue, de confronter leurs propositions afin de co-construire dans l'interaction langagière des stratégies de résolution et de nouvelles connaissances. Intermédiaire entre les élèves et la situation, il adapte son action à la réflexion collective par une interprétation constante de l'environnement cognitif des élèves, plaçant cette fois les élèves comme moteur du travail collectif.

Ainsi, l'enseignant-médiateur incite les élèves à exprimer leurs rapports aux objets. Il engage les élèves à réagir aux propositions exprimées. Gérant les interactions langagières entre élèves, il entretient les conditions d'une communication permettant la co-construction des connaissances. Il s'assure de la compréhension mutuelle des élèves. Il provoque et met en évidence des contradictions afin d'amener les élèves à construire des échanges argumentatifs visant à l'élaboration d'un consensus. Il accompagne les élèves dans la réflexion collective en adaptant le travail de la classe aux propositions des élèves. Il ponctue la progression des débats en dressant parfois un bilan de l'avancée de la discussion ou en rappelant et reformulant les objectifs des échanges. Il renvoie les questions soulevées par les élèves à la classe et laisse les questions en suspens lorsque les élèves ne parviennent pas à départager

⁵⁰ Au sens d'intervalles de temps

leurs positions par un échange entre pairs. Il aide à l'avancée des débats en incitant les élèves à approfondir une piste de réflexion introduite par la proposition d'un élève et qu'il interprète comme pertinente pour la réflexion collective. Enfin, nous avons vu que l'enseignant-médiateur institue certains éléments du langage du jeu, non visés par la situation, pour permettre aux élèves de s'accorder sur la façon de désigner les objets en jeu et faciliter la co-construction des connaissances dans une rationalité commune.

Un retour aux cadres conceptuels présentés dans la première partie de cette thèse (Partie 1, II.4.4.iii) nous permet de constater que les tâches de médiation que nous avons identifiées grâce à l'analyse de notre dispositif corroborent les conclusions de Dumas-Carré et Goffard (1997) qui expriment en termes de compétences les actions nécessaires à l'enseignant pour mettre en place ce qu'ils appellent « un débat libre et ouvert, cadre indispensable d'interaction des subjectivités pour l'accès à une objectivité. ». Nous proposons de mettre en perspective la caractérisation de la posture de médiation que nous venons de présenter en rappelant brièvement ici les compétences mentionnées par ces auteurs :

- « la capacité à créer et à gérer des situations problématiques permettant aux élèves de s'engager dans le travail, pas seulement comme récepteurs d'informations mais comme sujets impliqués dans la construction des significations et, très généralement dans un processus d'appropriation de la culture scientifique », capacité que nous pouvons rapprocher de la tâche visant à mettre en place un travail collaboratif identifiée dans notre analyse;
- « la capacité à reconnaître et à mettre en mots ce que pensent les élèves ainsi que leurs modes de fonctionnement cognitif, de telle sorte que ceux-ci puissent acquérir un caractère public », capacité que nous pouvons rapprocher de la nécessité de rendre explicite le point de vue des élèves que nous avons identifiée ;
- « la capacité à faire débattre les élèves et à les « embrigader » dans des modalités de confrontation des idées qui ne leur sont pas nécessairement familières (notamment, contrôle expérimental, contrôle conceptuel et logique, référence à l'avis de l'expert) » ;
- « la capacité à offrir aux élèves des outils de communication qui leur soient accessibles » ;
- « la capacité à mobiliser, de manière rationnelle, divers modes d'interventions ajustés à des finalités d'apprentissage diverses (instauration d'automatismes, changement conceptuel, démarches de modélisation, de vérification, etc.) ».

L'analyse des gestes de l'enseignant dans le dispositif montre que celui-ci se positionne en enseignant-médiateur lors de la résolution par les élèves de tâches ou sous-tâches dans une activité qu'il a conçue et dont il a anticipé les étapes (comme dans l'activité de classement d'emballages dans le cadre d'un inventaire). L'enseignant se montre également

capable de modifier le déroulement prévu de l'Atelier pour laisser le temps aux élèves d'explorer les points de dissensions révélant les ambiguïtés référentielles des termes géométriques convoqués et de les aider à lever ces difficultés (deuxième et troisième séance). L'enseignant se place alors en position de médiateur pour rendre explicites les points de vue des élèves et les accompagner dans leur mise en confrontation.

Tutelle et médiation : deux postures qu'il n'est pas toujours facile de différencier

Comme nous le montre la constante oscillation constatée de l'enseignant entre ces deux positions, si la tutelle et la médiation sont deux figures de l'interaction, il nous semble important de considérer qu'elles ne s'opposent pas pour autant. La lucidité sur l'adoption, par le professeur, d'une de ces deux postures contrastées - tutelle marquée par la présence ou médiation marquée par la distance - apparaît comme appartenant aux conditions pour un accompagnement structurant et expert. Les deux postures se justifient en effet d'un point de vue pédagogique, elles interviennent selon l'objectif du professeur. Il privilégie la tutelle s'il souhaite accompagner pas-à-pas les élèves dans une découverte pour laquelle il considère qu'ils risquent d'être en échec s'ils agissent seul. Il adopte une posture de médiation s'il souhaite laisser les élèves échanger et confronter leurs points de vue, sans interférer.

Plus encore, si les concepts de tutelle et de médiation se sont révélés constituer de précieux outils d'analyse nous permettant d'appréhender les gestes de l'enseignant en prenant en compte de façon forte le caractère interactionnelle des situations d'apprentissage, l'exercice de ces analyses nous a aussi permis de mesurer combien il était parfois difficile de différencier les modalités d'action de ces deux postures. Nous avons par exemple été amenés à différencier la tâche didactique de l'enseignant consistant à « *orienter la réflexion collective vers un rapport adéquat aux objets de la situation en reprenant les propositions pertinentes ou en incitant incite les élèves à réagir aux propositions révélant un rapport non idoine, marquant implicitement son désaccord* » lors de la première séance, reconnue comme une action de tutelle, à la tâche constituant à « *aider à l'avancée des débats en incitant les élèves à approfondir une piste de réflexion introduite par la proposition d'un élève et qu'il interprète comme pertinente pour la réflexion des élèves* », reconnue comme une action de médiation. De même, nous avons distingué la tâche de l'enseignant constituant à « *introduire et expliciter les connaissances à retenir* », reconnue comme une action de tutelle dans la phase de conclusion du débat lors de la troisième séance, de la tâche visant à « *instituer le langage du jeu pour permettre aux élèves de s'accorder sur la façon de désigner les objets en jeu* », action de médiation dans la deuxième séance. Toutefois, ces distinctions, a priori

subtiles si l'on ne regarde que la forme des interventions de l'enseignant et les techniques didactiques employées, sont justifiés si l'on prend en considération les intentions de l'enseignant et sa volonté d'intervenir ou non sur le contenu cognitif de l'activité aux moments où il assure ces tâches. Nous avons ainsi qualifié d'actions de tutelle les tâches de l'enseignant visant à modifier l'environnement cognitif des élèves et orienter leur travail en mettant en avant le rapport privilégié qu'il entretient au savoir. Nous avons qualifié d'actions de médiation les tâches de l'enseignant visant à faciliter les échanges tout en privilégiant le rapport des élèves au savoir.

Schématisation des modalités de mise en place et de gestion par l'enseignant des jeux de langage ayant permis la construction d'un vocabulaire de géométrie spécifique et partagé

L'analyse comparée des gestes de l'enseignant, en termes de tutelle et de médiation, dans une situation qu'il a conçue et dont il a anticipé le déroulement, dans une situation de débat non prévue et laissant place à des jeux de langage portant sur la question de la référence et des usages des termes en jeu dans les activités puis lors de la phase de conclusion du débat nous conduit donc à identifier le rapport au savoir de l'enseignant affiché (ou « public »⁵¹, Margolinas (1992)) comme déterminant la position de l'enseignant dans la situation. Au terme de cette analyse, nous formulons en effet l'hypothèse selon laquelle la position de l'enseignant dans les différentes situations est directement tributaire de sa volonté d'intervenir ou non sur le contenu cognitif de l'activité. Forts de ce constat, nous proposons de modéliser le fonctionnement des situations permettant la mise en place de jeux de langage et la levée de l'« ignorance » (Sensevy, 2001) des élèves quant aux significations à accorder au vocabulaire spécifique de la géométrie en nous centrant sur la façon dont l'enseignant laisse percevoir aux élèves son rapport au savoir, celle-ci induisant l'ampleur de l'espace topogénétique laissé aux élèves.

⁵¹ Les qualificatifs « public », « privé », introduits par Chevallard (1989), sont repris par Margolinas (1992, p.126) avec le sens suivant : « une formulation publique de A vers B relativement à Z [désigne] une formulation de A au sujet de Z qui est potentiellement portée à la connaissance de B » ; a contrario, « une formulation privée de A vers B relativement à Z [désigne] une formulation de A au sujet de Z qui n'est pas portée à la connaissance de B ». Nous étendons ici ces significations au rapport au savoir de l'enseignant que celui-ci laisse paraître aux élèves à travers ses modalités d'action dans la situation.

Du point de vue des modalités mises en place par l'enseignant pour permettre aux élèves de « rencontrer » puis de « lever leur ignorance » (Sensevy, 2001) concernant le vocabulaire spécifique de géométrie, il apparaît que :

- Lors de l'activité de classement des emballages en situation d'inventaire, l'espace topogénétique accordée aux élèves par l'enseignant-médiateur lors de la recherche des stratégies de classement permet aux élèves de saisir les objets de la situation en développant des jeux de langage convoquant d'abord un langage « ordinaire », premier moyen d'expression et de communication, puis de commencer à prendre conscience des divergences référentielles qu'ils accordent aux termes « polygone », « côté », « face », « arête », et « sommet ». L'enseignant constate alors que les élèves entretiennent un rapport inadéquate au vocabulaire de la géométrie en assignant aux termes convoqués des significations non conformes aux usages scolaires dans le cadre spécifique de la géométrie. Lors de l'épisode de conclusion de la première séance et lors de l'épisode de rappels ouvrant la deuxième séance, les élèves entretiennent une certaine relation au savoir, puisqu'ils connaissent une signification de chacun des termes en question, mais cette relation n'est pas adéquate. La relation au savoir du maître et des élèves est dissymétrique, ce qui constitue le système didactique (sans cette dissymétrie, le système didactique n'a pas lieu d'être). Au regard des travaux de Margolinas (1992, p.125), nous qualifions alors l'état du système didactique (composé du maître, de l'élève, du savoir) d'*état didactique initial*⁵² pour l'activité d'élaboration d'un vocabulaire de géométrie partagé.

- Lors des débats et du développement des jeux de langage de la deuxième séance, le maître, enseignant-médiateur, est présent dans l'activité de la classe mais n'intervient pas sur son enjeu cognitif. Les élèves ne perçoivent pas la relation du maître au savoir et agissent de leur propre mouvement. Il y a une rupture dans la dissymétrie dans la relation des élèves et du maître au savoir. Nous sommes dans ce que Margolinas (1992, p.127) appelle un *état a-didactique*⁵³.

- Au début de troisième séance, la phase de conclusion du débat constitue une phase au cours de laquelle les élèves accèdent à une information sur la validité des significations évoquées dans le cadre de la géométrie. La phase de conclusion est sous la responsabilité du maître. Celui-ci utilise ici sa relation privilégiée au savoir pour délivrer un jugement de

⁵² Margolinas (1992, p.125) qualifie d' « état didactique initial » un état dans lequel la relation de l'élève au savoir est inexistante, ou bien inadéquate, au regard de la relation privilégiée du maître au savoir »

⁵³ Margolinas (1992, p.127) qualifie d' « état a-didactique » tout état du système didactique dans lequel le maître entretient une relation privée avec le savoir, alors que l'élève est en relation (privée ou publique) avec ce même savoir ». Dans le cas du débat collectif, la relation des élèves au savoir est publique.

validité sans appel sur les propositions des élèves et gère la phase de conclusion comme une phase d'évaluation, instaurant une dissymétrie forte entre le rapport de l'enseignant et des élèves au savoir. Cette phase de conclusion permet aux élèves d'accéder à un *état final non didactique*⁵⁴ (du point de vue de l'élaboration d'un vocabulaire de géométrie partagé et spécifique) matérialisé par les activités amenant les élèves à réinvestir le vocabulaire élaboré (texte à trous dans la seconde phase de l'activité dans un texte à trous puis description de solides par le biais du tableau dans lequel figure ce vocabulaire. En effet, l'enseignant n'intervient plus sur les questions de référents du vocabulaire et les élèves entretiennent alors seuls une relation adéquate au savoir.

⁵⁴ Margolinas (1992, p.126) qualifie d' « état non didactique un état dans lequel la relation de l'élève au savoir est indépendante de la relation du maître au savoir ». Lorsque cette relation non didactique « s'établit en classe », « il s'agit d'une relation à un savoir qui ne fait pas ou plus l'objet d'un enjeu d'enseignement et d'apprentissage ».

CINQUIÈME PARTIE : SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS

I. SYNTHÈSE

I.1. Les enjeux didactiques des jeux de langage dans la construction d'un vocabulaire de géométrie spécifique et partagé en cycle 3

Du point de vue de l'apprentissage, l'analyse des interactions langagières observées dans la réalisation du dispositif d'Atelier nous a permis de montrer que les élèves de cycle 3 effectuent dans les jeux de langage de la situation un travail relevant de plusieurs enjeux didactiques que nous résumons ici de la façon suivante :

- l'expression et la mise en commun des significations conférées spontanément par les élèves aux mots en situation d'action sur les objets de savoirs en jeu,
- la mise en évidence de la pluralité des significations assignables à un même mot, la mise en lumière des paradoxes sémantiques sous jacents aux jeux de langage qui se construisent et la prise de conscience du caractère contextuel de la référence et du langage en général,
- l'ajustement du rapport des élèves aux objets de savoirs par le biais de changements référentiels de mots tels que « forme », « face » dans les jeux de langage,
- la mise en opposition dans des échanges argumentatifs de significations contradictoires conférées à certains mots tels que « côté », « polygone » dont l'usage s'avère non opératoire en situation et la mise en évidence de la nécessité de convenir d'un usage réglé de ces mots dans le contexte spécifique de la géométrie.

I.1.1. L'expression et la mise en commun comparative de la signification conféré aux mots par les élèves en situation d'action

Notre analyse du dispositif en termes de jeux de langage (Partie 3 II 1) nous a montré que les élèves entrent d'abord dans les premières activités de l'Atelier, activités de classement et de mise en relation de solides, par le biais de mots, dans des échanges langagiers. Les jeux

de langage observés se construisent ainsi d'abord en lien avec une situation d'action sur les objets de la situation (les emballages, les solides) et convoquent les premières connaissances des élèves sur ces objets. Le langage ne constitue pas alors pour eux un simple moyen d'exprimer la façon dont ils saisissent et envisagent de traiter ces objets mais c'est dans ces premiers jeux de langage, à travers les mots qu'ils emploient et l'usage qu'ils en font, que les élèves construisent leur premier rapport aux objets de savoir en jeu. Les jeux de langage constituent ainsi en classe un espace dans lequel les élèves font non seulement fonctionner d'abord librement les mots du vocabulaire en situation mais surtout expriment ouvertement l'usage qu'ils font de ces mots et les significations qu'ils leurs assignent. Sans ce lieu privilégié d'expression et de mise à l'essai du langage, les élèves n'auraient en effet sans doute pas formulé le fait que, pour certains d'entre eux, le mot « côté » désigne une face latérale d'un solide et ils n'auraient peut-être pas pris conscience que, s'ils admettent cette signification (non idoine au regard du contexte de la géométrie) du mot « côté », alors le terme « polygone », défini comme « une forme a plusieurs côtés », se réfère à un objet de l'espace. Les jeux de langage ont donc d'abord permis aux élèves d'explorer, de prendre conscience, d'exprimer et de mettre en commun la signification qu'ils assignent spontanément aux termes du vocabulaire de géométrie en jeu dans le dispositif.

I.1.2. La mise en évidence de la pluralité des significations assignables à un même mot, la mise en lumière des paradoxes sémantiques sous jacents aux jeux de langage qui se construisent et la prise de conscience du caractère contextuel de la référence et du langage en général

Nous l'avons vu en Partie 3 II.2, les jeux de langage des échanges langagiers observés dans le dispositif ont ensuite permis aux élèves, justement du fait de la mise en commun comparative de significations qu'ils induisent, de mettre à jour les divergences référentielles sous-jacentes à leur discours. Cet enjeu didactique est à considérer avec intérêt puisque les travaux de Hérault et al. (2005) montrent que ces divergences, conséquences de mésententes d'usage, restent souvent cachées en classe et sont à la source de nombreuses incompréhensions voire des malentendus dont on ne sait pas qu'ils existent. Grâce aux jeux de langage, les élèves ont alors pris conscience qu'un même mot pouvait renvoyer à des objets (ou sens large d'objet matériel, d'idée ou de concept) différents. Ils éprouvent alors qu'un mot n'a pas de signification en lui-même mais que sa signification est intrinsèque à un usage donné dans un contexte donné. Si l'on reprend les termes de Wittgenstein, nous pouvons dire

que les élèves saisissent dans les jeux de langage le fait que les mots sont des signes qui se diversifient dans des formes de vie différentes dans lesquelles ils admettent des usages différents et renvoient à des références différentes, le langage est donc contextuel.

Notre analyse nous montre alors que le processus de mise en évidence de paradoxes sémantiques et la façon dont les élèves résolvent ces contradictions s'effectue dans les jeux de langage suivent deux modalités : l'ajustement de significations au cours des échanges ou la confrontation de significations contradictoires dans des échanges argumentatifs.

I.1.3. L'ajustement du rapport des élèves aux objets de savoirs par le biais de changements référentiels de mots tels que « forme », « face » dans les jeux de langage

L'analyse des significations assignées par les élèves aux termes « forme » puis « face » dans les échanges langagiers du dispositif nous a d'abord amené à constater que les jeux de langage constituent également un lieu dans lequel les élèves sont susceptibles et se montrent capables de négocier et de modifier la valeur référentielle de certains termes, sans que cela ne soit nécessairement explicité. Ainsi, en restreignant le champ d'application du mot « forme » de l'allure générale d'un solide à la nature des figures planes qui composent ses faces, les élèves ajustent dans les jeux de langage leur manière de voir et de traiter les objets de savoir en jeu en réponse aux contraintes de la situation imposant la co-construction de critères de classement de solides. Les élèves se montrent également capables de négocier la signification du mot « face » au cours des jeux de langage en réponse à la construction d'une signification (non idoine) du terme « côté » en situation.

I.1.4. La mise en opposition dans des échanges argumentatifs de significations contradictoires conférées à certains mots tels que « côté », « polygone » dont l'usage s'avère non opératoire en situation et la mise en évidence de la nécessité de convenir d'un usage réglé de ces mots dans le contexte spécifique de la géométrie

La mise en évidence et la résolution des paradoxes sémantiques relatifs aux termes « côté » et « polygone » nous apparaît relever d'un processus différent. L'usage de ces mots s'avérant non opératoire en situation d'action sur les objets, les élèves et l'enseignant sont confrontés à leur impossibilité de construire avec ces mots des discours communs sur les

objets en jeu. Les jeux de langage observés prennent alors la forme d'échanges dont nous avons déterminé le caractère argumentatif. Ces argumentations permettent aux élèves de saisir et d'explicitier les malentendus sous jacents à leurs discours du fait de l'existence de divergences référentielles fortes. Elles permettent également aux élèves d'éprouver la nécessité de convenir d'un accord d'usage des termes dans le contexte de la géométrie.

Cependant, ces échanges, s'ils sont vécus par les élèves comme des moments d'explicitation et de tentative de négociation de significations, ne leur permettent pas de trouver un accord d'usage des termes dont la référence est en question puisque rien ne leur permet de déterminer laquelle des significations évoquées est adéquate au contexte de la géométrie. Nous soulignons alors que, contrairement aux accords dans le langage évoqués par Wittgenstein, l'accord réside ici en amont des échanges langagiers puisque le bon usage des mots en géométrie est déterminé et réglé par les institutions, et notamment les Instructions Officielles. Ainsi, l'enseignant, seul garant de la validité des connaissances qui se construisent, répond à ce besoin d'accord en introduisant et instituant les significations des mots : un vocabulaire spécifique à la géométrie et partagé par l'ensemble de la classe et maintenant construit et opératoire. De notre point de vue, l'origine extérieure aux jeux de langage de l'accord d'usage des mots ne modifie toutefois en rien l'intérêt didactique de ces échanges langagiers, vus comme un lieu extrêmement riche de mise en question par les élèves du savoir en jeu.

I.2. Des techniques professionnelles permettant de mettre en place et de faire fonctionner des jeux de langage en classe de mathématiques

I.2.1. De l'analyse empirique des gestes de l'enseignant à la modélisation de son action, une méthodologie permettant une analyse fine des modalités d'action professorale dans la situation

Forts de cette analyse des enjeux didactiques des jeux de langage pour l'apprentissage d'un vocabulaire de géométrie spécifique, partagé et opératoire en classe de mathématiques, nous nous sommes interrogés sur les « manières de faire » de l'enseignant ayant permis à ces jeux de langage de se développer dans le dispositif. Plus précisément, nous avons souhaité comprendre le rôle et la position de l'enseignant dans les interactions verbales du dispositif et saisir dans quelle mesure cette position permettait aux jeux de langage de fonctionner dans la situation. Pour ce faire, nous avons élaboré une méthodologie d'analyse originale des gestes de l'enseignant, utilisant à la fois la méthodologie d'analyse de l'action professorale proposée par Sensevy, Mercier et Schubauer Leoni (2000) puis Sensevy (2002) et les travaux de Dumas Carré, Weils Barais et al. (1998) davantage portés sur l'analyse des interactions entre enseignant et élèves en classe. Par le biais d'une analyse empirique des gestes de l'enseignant, nous nous sommes d'abord efforcés de dégager des régularités dans la nature et les intentions des interventions de l'enseignant. Nous avons ainsi identifié des techniques et des tâches mises en œuvre par celui-ci dans la réalisation du dispositif. Nous avons ensuite synthétisé ces modalités d'intervention en une modélisation de l'action qui nous a amené à mettre en rapport les positions adoptées par l'enseignant en situation avec les postures de tuteur et de médiateur identifiées et caractérisées par Dumas Carré, Weil Barais et al. (1998). Nous avons alors montré que la mise en place de jeux de langage en classe était permise dans la situation d'abord par une attitude de l'enseignant en classe conférant une place centrale à l'implication et la libre expression des élèves puis, plus précisément, par une action professorale conjuguant de façon subtile ces deux postures au regard des objectifs locaux de l'enseignant dans la gestion des situations.

I.2.2. Une modélisation de l'action professorale faisant apparaître la conjugaison des postures de tutelle et de médiation

Notre travail a d'abord consisté à analyser, selon la méthodologie décrite au paragraphe précédent, l'action de l'enseignant dans les trois premières séances de l'Atelier, séances concernées par notre analyse des enjeux didactiques des jeux de langage pour la construction du vocabulaire de géométrie. Dans chacune de ces séances, la synthèse des techniques et tâches identifiées nous a amené à établir que la particularité de la position adoptée par l'enseignant en situation réside invariablement dans sa capacité à alterner les postures de tutelle et de médiation en régulant l'espace topogénétique accordé aux élèves, selon ses objectifs locaux. Nous ne reviendrons dans ce paragraphe sur le détail des techniques et tâches de l'enseignant dégagées de l'analyse empirique du dispositif⁵⁵, mais nous retiendrons que :

- En début ou fin de tâche, l'enseignant se place en position de tuteur en intervenant sur le contenu cognitif des activités, en organisant le travail des élèves dans la situation, en imposant des tâches, puis en instituant les connaissances en jeu (particulièrement en déterminant l'usage adéquate des mots dans le contexte de la géométrie pour la question qui nous intéresse ici),

- Lors de la prise en charge du problème par les élèves, l'enseignant se place de façon originale en position de médiateur en se mettant en retrait de l'activité mathématique en jeu, permettant ainsi aux élèves d'explorer et de construire dans les échanges langagiers entre pairs un rapport idoine aux objets de la situation. Dans cette position, l'enseignant accompagne et facilite le développement des jeux de langage entre élèves.

Notre analyse nous amène ainsi à établir que, pour l'enseignant, l'exercice subtil consiste à laisser aux élèves le temps et l'espace nécessaires pour faire fonctionner les jeux de langage dont nous avons analysé la portée tout en organisant de façon ponctuelle le travail des élèves dans la situation. La difficulté majeure de cette modalité de gestion réside sans doute dans le fait que le degré de contrôle par l'enseignant de ce qui se passe en classe est fortement affecté par rapport à une situation de recherche dans laquelle l'activité des élèves est canalisée par les rétroactions du milieu de la situation. Nous le voyons dans le dispositif de l'Atelier, les jeux de langage constituant pour les élèves un lieu d'interrogation du savoir, ceux-ci peuvent être amenés à soulever, dans les jeux de langage, des points problématiques sur le savoir en jeu qui n'étaient pas prévu par l'enseignant. Le dispositif doit être alors suffisamment souple

⁵⁵ Nous invitons le lecteur à se référer à la Partie 4 de cette thèse.

et l'enseignant suffisamment à l'écoute pour être capable de modifier le déroulement prévu de l'Atelier au regard des préoccupations et difficultés soulevés par les élèves au cours des échanges langagiers. L'Atelier de géométrie propose un cas exemplaire de cette attitude originale de l'enseignant puisque celui-ci intègre dans le dispositif une séance de travail (la deuxième séance) et une phase de reprise et d'exploitation des débats (début de la troisième séance) en réponse aux questions référentielles apparues dans la première séance.

I.2.3. Mise en relation des modalités l'action de l'enseignant avec le fonctionnement opératoire et cognitif des jeux de langage pour la construction d'un vocabulaire de géométrie spécifique et partagé.

Nous avons ensuite mis en relation la position particulière de l'enseignant dans chacune des trois premières séances avec la nature du travail que les élèves y effectuaient dans les jeux de langage des situations, travail identifié lors de l'analyse du dispositif en termes de jeux de langage (Partie 3). Nous proposons de reprendre de façon synthétique dans ce paragraphe les grandes lignes des relations établies entre les situations proposées, les modalités d'action de l'enseignant (en termes de tutelle et de médiation), les enjeux didactiques des jeux de langage de chaque situation par le tableau suivant :

SITUATION	OBJET DES JEUX DE LANGAGE	CARACTÉRISATION DES MODALITÉS D'INTERVENTIONS DE L'ENSEIGNANT
<p>- Lors de l'activité de classement d'emballages dans le cadre d'un inventaire,</p> <p>- Lors de l'activité de mise en relation de solides représentés dans différents registres de représentation (séance 1)</p>	<p>Construction de jeux de langage dans lesquels les élèves recourent à un usage non réglé des termes</p>	<p>- L'enseignant se place en position de tuteur en début et fin de tâche, il organise l'action des élèves dans la situation et témoigne d'un rapport privilégié au savoir.</p> <p>- L'enseignant se place en position de médiateur lors des phases de recherche des stratégies. Il facilite et accompagne les interactions langagières entre élèves mais n'intervient pas sur le contenu cognitif des échanges.</p>
<p>- Lors de la mise à l'essai des critères dans l'activité de classement (séance 1)</p> <p>- Lors de la tentative d'explicitation de la définition du terme « polygone » (séance 2)</p>	<p>Confrontation des élèves aux ambiguïtés référentielles sous-jacentes à leurs discours</p>	<p>- L'enseignant se place essentiellement en position de médiateur. Il facilite le développement des interactions entre élèves sans laisser paraître sa relation au savoir. Il met en évidence les contradictions entre propositions des élèves.</p>
<p>- Lors de l'activité de classement d'emballages dans le cadre d'un inventaire,</p> <p>- Lors de l'activité de mise en relation de solides représentés dans différents registres de représentation (Séance 1)</p>	<p>1^{ère} modalité de résolution des contradictions :</p> <p>Ajustement dans les jeux de langage des significations des termes pour une utilisation opératoire en situation</p>	<p>- L'enseignant se place en position de médiateur. Il favorise et accompagne les échanges langagiers entre élèves (en mettant en évidence des contradictions ou en reformulant les contraintes de la situation) mais il n'intervient pas directement sur le contenu cognitif des jeux de langage qui se construisent.</p>
<p>- Dans les jeux de langage de la séance 2,</p> <p>- Lors de la reprise du débat au début de la séance 3</p>	<p>2^{nde} modalité de résolution des contradictions :</p> <p>Mise en opposition des significations contradictoires et détermination d'un accord d'usage</p>	<p>- Lors de la mise en opposition par les élèves des significations contradictoires dans des échanges argumentatifs, l'enseignant se place en position de médiateur en aidant les élèves à rendre explicite leurs positions,</p> <p>- Lors de la phase d'explicitation du bon usage des termes dont la référence est en question dans le contexte de la géométrie, l'enseignant se place en position de tuteur. Il utilise son rapport privilégié au savoir pour instituer les significations des termes conformes aux usages scolaires.</p>

II. CONCLUSIONS

II. 1. Apport du cadre conceptuel de la sémantique logique dans la recherche en didactique des mathématiques

Notre travail met en évidence de façon forte que les interactions langagières jouent un rôle qui est loin d'être négligeable dans le processus de construction de savoirs en classe de mathématiques. L'intégration de paradigmes issus de la sémantique logique dans les recherches en didactique apparaît alors donné lieu à des outils pertinents face à la nécessité de prendre en compte ces interactions langagières dans l'analyse et l'élaboration de situations didactiques. Plus encore, notre travail montre la complémentarité des analyses en termes de Théories des Situations Didactiques et les analyses langagières des situations en jeu. En ce qui concerne le dispositif d'Atelier de géométrie, l'enrichissement de nos cadres conceptuels didactiques issues de la Théorie des Situations (Partie 2) par le cadre de la sémantique logique et les cadres conceptuels pour l'analyse des gestes de l'enseignant conférant une place centrale aux interactions en classe nous a permis de mettre en lumière les enjeux didactiques et épistémologiques de la construction d'un vocabulaire spécifique et partagé à la fin de l'école primaire. Or cette activité n'est que peu prise en compte dans les enseignements et les Instructions Officielles. Celles -ci sous-estiment en effet le travail que cette activité sous entend : elles se limitent à évoquer cette compétence par l'expression « utiliser à bon escient le vocabulaire » et ne propose aucune activité qui permettrait aux enseignant de mesurer l'ampleur du travail en jeu. A contrario, l'analyse du dispositif d'Atelier proposée dans cette thèse met clairement en évidence la nécessité de prendre en compte et de mener à bien un travail *sur* et *dans* le langage en classe, travail dont le moteur réside dans les phénomènes de paradoxes sémantiques inhérents à la construction de jeux de langage convoquant un usage non réglé des termes en jeu et le questionnement sur la référence de ces termes qui en découle. En géométrie particulièrement, ce travail nous est apparu nécessaire du fait de l'appartenance de ces mots à différentes formes de vie familières aux élèves et dans lesquelles ils admettent des significations contradictoires.

II.2. Retour sur notre méthodologie d'analyse des gestes de l'enseignant

Outils de modélisation de l'action de l'enseignant en situation, les catégories de tutelle et de médiation proposées par Dumas Carré, Weil Barais et al. (1998) nous ont d'abord permis d'objectiver la place et le rôle de l'enseignant dans les interactions langagières observées dans le dispositif. Nous attirons cependant l'attention du lecteur sur le fait que nous n'avons eu recours à ces catégories qu'à l'issue d'une analyse empirique des gestes de l'enseignant en situation. De notre point de vue, toute la pertinence de notre méthodologie réside dans sa capacité à mettre en lumière dans la situation, grâce à l'identification de techniques et de tâches de l'enseignant, les modalités effectives de mise en œuvre de ces postures, sans « écraser » les subtilités des gestes de l'enseignant en situation. C'est en cherchant à synthétiser ces techniques et tâches, après analyse, que ces catégories sont apparues pertinentes.

Toutefois, s'intégrant dans un cadre conceptuel plus large, ces catégories nous permettent d'interpréter les modalités d'action de l'enseignant en situation comme révélatrices d'une conception particulière de l'enseignant sur la nature des interactions didactiques liant enseignant et élèves en classe et sur les rapports qu'il entretient lui-même avec le savoir en jeu. Cette analyse montre que la mise en place et la gestion par l'enseignant d'un tel dispositif, permettant de manière originale à l'élève à la fois d'être confronté à des situations de recherche « classiques » dont les modes de résolution sont anticipées par l'enseignant mais aussi de prendre de la liberté avec ce déroulement prévu en prenant le temps d'explorer des difficultés non anticipées et de lever des dissensions dans les interactions langagières, nécessite que l'enseignant confère une place centrale aux interactions langagières et à leur capacité à permettre la co-construction de nouvelles connaissances. Plus encore, mises en relation avec des techniques et des tâches précises, ces catégories nous permettent de saisir dans quelle mesure les modalités de gestion des échanges langagiers par l'enseignant dans la situation s'effectuent sur différents niveaux de la relation didactique et engage en réalité la totalité de sa personne, comme en témoigne la façon dont l'enseignant avec qui nous avons collaboré revient sur cette expérience (Dias, Prouchet et Tisseron, 2005, extrait en annexe 14). A partir de l'analyse empirique d'une situation, nous sommes ainsi parvenus à dégager des invariants (en termes de techniques et de tâches) qui ne dépendent pas tant du contenu cognitif en jeu que de la façon dont l'enseignant conçoit les interactions entre élèves et entre enseignant et élèves dans le dispositif de l'Atelier et de sa capacité à accompagner les élèves dans une mise en question du savoir en jeu. Sortant du contexte particulier de la construction d'un vocabulaire de géométrie spécifique, notre travail contribue ainsi à la

construction de connaissances sur les relations qui unissent situations, modalités de l'action de l'enseignant et possibilités d'apprentissage dans les jeux de langage permis par ces modalités d'action.

II.3. La pertinence de notre modèle ne se limite vraisemblablement pas à la classe de mathématiques et à la construction d'un vocabulaire de géométrie, un exemple en sciences physiques

Afin de mettre en perspective notre analyse de la portée des interactions langagières dans la construction d'un vocabulaire de géométrie et des techniques professionnelles mises en œuvre pour les faire fonctionner dans l'Atelier de géométrie et afin d'interroger nos précédentes conclusions, nous avons été curieux de regarder si l'on pouvait envisager d'étendre les enjeux didactiques des jeux de langage identifiés et les « manières de faire » de l'enseignant dégagées à d'autres contextes et d'autres disciplines. Cette question ouvre sur de multiples axes de réflexion et nous ne prétendons pas y répondre complètement ici. Toutefois, dans cette optique, nous nous sommes brièvement penché sur la façon dont le même enseignant et les mêmes élèves faisaient fonctionner les interactions langagières dans un Atelier de sciences physique consacré à l'électricité. Cet Atelier a été conçu par l'enseignant dans le même contexte que l'Atelier de géométrie, celui de la recherche INRP sur la Charte « Bâtir l'école du XXI^{ème} siècle, et s'ancre dans le même projet d'école intitulé : « *En créant, communiquant, expérimentant, qu'est-ce que j'apprends ?* ». Comme l'Atelier de géométrie, cet Atelier a fait l'objet d'un travail de recherche mené par une équipe du laboratoire du LIRDHIST essentiellement composée d'Olfa et Mohamed Soudani, donnant notamment lieu à l'article (Tisseron C., Soudani O. et Soudani M., 2005) et à un exposé (Tisseron (2005)). La présentation suivante du dispositif emprunte largement les analyses proposées dans cet exposé.

Ce dispositif d'Atelier scientifique comporte quatre séances portant sur les circuits en série et en dérivation. Les élèves disposent d'une boîte en carton partagée en quatre compartiments communicants représentant une maquette de maison avec quatre pièces et du matériel électrique (pile, fils, douilles et lampes) nécessaire pour construire divers circuits d'éclairage des pièces. Les connaissances travaillées les années précédentes sur le montage d'allumage simple (pile-lampe) concernant les circuits ouverts ou fermés, les notions de contact et de borne sont supposées disponibles sous la forme des schémas d'action suivants : « pour chaque élément, chaque borne doit être connectée à un fil » ; « on connecte un

élément-un fil-un élément-un fil ... et on ferme en incluant la pile dans les éléments », ainsi que des représentations schématiques.

Dans le dispositif, l'expression « circuit électrique » fait interagir quatre registres de représentation. Le premier est le montage à construire par les élèves, ce montage sert de référent matériel et permet une validation par l'action. Un second registre est formé des représentations schématiques des montages réalisés par les élèves sans codage imposé. Un troisième registre est constitué des représentations symboliques conventionnelles utilisant les symboles abstraits fournis par le maître et ne mobilisant que les relations pertinentes du point de vue théorique. Le dernier registre est constitué du langage de la théorie physique : le discours généralisateur sur les règles de constitution et les propriétés des circuits étudiés. L'objectif de la séquence est l'utilisation appropriée par les élèves des deux derniers registres (représentations conventionnelles et langage physique). L'enjeu est l'utilisation de représentations symboliques conventionnelles comme nouveaux référents permettant de produire des raisonnements valides sur leurs propriétés, en particulier sous forme d'énoncés élémentaires produits collectivement. Ces énoncés expriment la corrélation entre des objets de pensée et un système opératoire. La validité de ces propriétés ou des raisonnements à leur propos est obtenue par l'expérience, sur le montage d'abord, puis très progressivement (sous la pression du maître) par des expériences de pensée en raisonnant sur des schémas de circuit. Mais les correspondances entre registres ne vont pas de soi, elles doivent être travaillées. Il est illusoire de penser que la « schématisation » s'interprète comme une « image logique » (Wittgenstein) du phénomène qui pourrait se lire par transparence dans chaque registre de signification. L'enjeu de la recherche menée sur ce dispositif consiste à analyser le travail du maître ayant permis d'amener progressivement les élèves sur le terrain du concept en organisant en réseau les connaissances relatives à un montage, le système symbolique de représentation du circuit et les phrases permettant d'en parler de façon réglée : les énoncés élémentaires. Comme dans l'Atelier de géométrie, la validation de ces énoncés est toujours in fine obtenue par l'accord des élèves sur des déclarations exprimées en termes d'évènements matériels : « les lampes s'allument ou non », « les fils sont raccordés ou non », mais progressivement ces déclarations sont faites directement sur le modèle symbolique, ce qui exprime une indication de son appropriation comme nouveau référent.

La mise en relation de cette recherche, et plus particulièrement l'analyse des interactions langagières de la quatrième séance (dont la transcription de la séance figure en annexe 11) avec notre travail nous permet d'émettre quelques remarques que nous proposons d'évoquer ici.

Du point de vue du fonctionnement des jeux de langage dans la situation d'une part, l'étude des interactions langagières dans la réalisation du dispositif montre tout d'abord que, comme dans l'Atelier de géométrie, la construction de jeux de langage en situation donne lieu à des phénomènes de paradoxes sémantiques. Ainsi, l'analyse des significations assignées au mot « circuit » par exemple révèle que le mot peut être utilisé dans les quatre registres évoqués plus haut (montage matériel, représentation non réglé du montage, représentation conventionnelle du montage, langage physique). Comme les mots « forme », « côté » dans l'Atelier de géométrie, le mot « circuit » génère alors dans les jeux de langage de l'activité proposée dans la quatrième séance du dispositif un phénomène d'ambiguïté référentielle : le mot désigne d'abord un montage matériel en dérivation réalisé par les élèves et appelé par la classe « circuit en dérivation » (les élèves utilisent alors le mot « schéma » pour désigner le schéma de leur montage) mais, pour le maître, le terme « circuit » renvoie suivant les cas au montage des élèves ou à un schéma de circuit théorique. Ainsi, il apparaît que le travail sur la référence du terme et la négociation dans les jeux de langage de ses significations d'usage dans le contexte de l'Atelier d'électricité participent de façon forte à la construction du rapport adéquat des élèves aux objets. En effet, le mot « circuit » joue un rôle de médiateur pour passer de l'intuition sur le montage au concept de circuit, représentant les relations pertinentes en un système symbolique sur lequel des raisonnements sont directement possibles. L'ambiguïté possible entre les interprétations du mot est ici fonctionnelle et inhérente à l'existence entre ces diverses références de correspondances qui conservent les propriétés pertinentes. De façon similaire au travail d'ajustement de la signification du mot « forme » dans l'Atelier de géométrie, l'élaboration par les élèves de correspondances entre montage matériel et représentation symbolique conventionnelle s'effectue en grande partie dans les jeux de langage par le biais d'un travail de construction de références partagées du mot « circuit ».

Du point de vue de la position de l'enseignant dans les interactions langagières ensuite, si la méthodologie adoptée n'est pas la même que la nôtre, l'analyse de Tisseron et Soudani (2005) met en évidence de façon flagrante des similitudes entre les grandes lignes de l'action didactique de l'enseignant dans l'Atelier d'électricité et la modélisation de cette action dans l'Atelier de géométrie que nous avons identifiée. Ainsi, utilisant également le cadre conceptuel proposé par (Dumas Carré et Weil-Barais, 1998), ces auteurs concluent l'article (Tisseron et Soudani, 2005) de la façon suivante :

Tout au long de cet atelier, le rôle de l'enseignant a constamment oscillé entre le tutorat et la médiation (:

Tantôt tuteur lorsqu'il exerce une action sur les élèves, problématise la situation, leur pose des questions plus ou moins fermées, des contraintes qui resserrent leurs activités et orientent leurs débats.

Tantôt il exerce un rôle de médiateur entre le savoir et l'élève en tant qu'individu pris dans sa singularité d'une part, et en tant qu'être social au sein du groupe-classe en train de débattre des différents montages, leurs inconvénients et leurs avantages d'autre part. L'activité expérimentale qu'il propose à chaque fois aux élèves constitue une création didactique qui, au sens large, peut être vue comme un cadre épistémologique où les connaissances des élèves vont se construire et évoluer. Il s'agit d'un espace d'échange langagier entre pairs d'une part et entre lui et les élèves d'autre part ; c'est espace où les élèves parlent pour expliciter leurs résultats, leurs constats, leurs difficultés.

Plus encore, une rapide lecture de la transcription de la quatrième séance du dispositif (annexe 14), nous conduit à constater que les techniques que nous avons identifiées lors de l'analyse de l'action de l'enseignant dans le dispositif de l'Atelier de géométrie se retrouvent dans le dispositif d'électricité. Nous nous limitons ici à illustrer notre propos sur un court extrait de cette transcription :

42. P : Alors, les inconvénients de ce type de circuit ?... En dérivation ? ... vous pouvez regarder votre ... comment dire ... votre schéma, le schéma que vous avez réalisé ... S. ?
43. E. : Y a beaucoup de fils ... on se mélangeait des fois ... on sait pas si c'est branché ou pas
44. P : Alors, il y a beaucoup de fils... oui... Pardon ?
45. E. : Sur une prise d'un côté de l'ampoule il y a déjà deux fils ...
46. P : Oui ?
47. E. : des fois on peut pas accrocher les deux
48. P. : Tu veux dire sur les bornes d'une ampoule, il y a 4 fils en fait... hein ? deux fils pour une borne et deux fils pour l'autre
49. E. : Ça peut facilement se décrocher
50. P. : Ça peut facilement se décrocher ... surtout avec le matériel qu'on a, oui .
51. E. : Ouais, ça se décroche facilement ... et quand ça se décroche, y a toutes les autres derrière ... ceux qui sont les plus éloignés de la pile qui s'éteignent
52. E. : Non c'est celles qui sont derrière la...
53. P. : Celles qui sont derrière le branchement ou celles qui sont avant le branchement ?
54. E. : Derrière
64. E. : Si la première ... branchement qui se ... qui défaille, eh ben toutes celles qui sont derrière... enfin entre l'ampoule ... toutes celles qui sont les plus éloignées de la pile ...
65. P. : D'accord
66. E. : L2 et L3 ... enfin si on garde le milieu c'est L1 ... (fig1)
67. P. : hum
68. E. : ... Et ben elles s'éteignent
69. P. : Donc, si je reprends son idée ... si on a un problème de connexion, de branchement ici à l'ampoule L1, qui arrive à L1 ...
70. E. : Tout s'éteint derrière
71. P. : ... tout ce qu'y est derrière ça va s'éteindre, c'est ça ?
72. E. : Oui

Forts des analyses précédentes des gestes de l'enseignant (Partie 3), nous pouvons rapidement établir des parallèles évidents entre les manières de faire de celui-ci dans l'Atelier d'électricité et les manières de faire dont il fait preuve dans le dispositif de géométrie. Schématiquement, l'enseignant se place en effet d'abord en position de tuteur en imposant un objet de travail (technique 9 dans notre analyse, Partie 4). En organisant le travail des élèves

par le biais d'une question à la classe, il favorise leur prise de parole et met en place les règles d'un travail collaboratif (technique 1). Il se place ensuite en position de médiateur. Il gère les débats et incite les élèves à exprimer leurs rapports aux objets. Il reprend pour diffusion les propositions des élèves et soumet ainsi ces propositions aux réactions des autres élèves de la classe (technique 2). Par cette technique, il incite les élèves à réagir. Il accompagne également les élèves dans la réflexion collective. Il se refuse à confisquer la parole des élèves et demande confirmation lorsqu'il reprend leur proposition. Il entretient les conditions d'une communication permettant la co construction de connaissances et s'assure de la compréhension mutuelle en posant des contraintes de précision mais suit les élèves dans leurs réflexions comme le montre l'intervention 71 (« tout ce qu'y est derrière ça va s'éteindre, c'est ça ? »)

Cette rapide mise en parallèle des enjeux didactiques des jeux de langage et des moyens mis en place par l'enseignant pour laisser ces jeux de langage se développer dans l'Atelier d'électricité, à propos de la construction du concept de circuit, et dans l'Atelier de géométrie, à propos de la construction d'un vocabulaire géométrique spécifique et partagé, nous donne de premiers éléments tendant à montrer que le processus de construction d'objets scientifiques par le langage ne se limite ni à la géométrie ni à un travail sur l'usage des mots dans un contexte spécifique. Conformément aux possibilités d'ouverture de notre travail à d'autres objets de savoirs que nous envisagions dans le paragraphe précédent, nous voyons ici que, dans chacun des Ateliers, il est apparu que l'analyse didactique s'enrichissait pleinement d'un appui sur les cadres de la sémantique logique dans la mesure où cet appui permettait de saisir et de mieux comprendre le fonctionnement du langage en situation et la portée du travail effectué par les élèves dans les jeux de langage construits dans l'interaction. De plus, la mise en parallèle des modalités d'action de l'enseignant dans chacun des situations, que l'on pourrait envisager d'enrichir par une analyse de l'action du même enseignant dans une situation « ordinaire » ou par l'analyse de l'action d'autres enseignants dans des situations conférant une place importante à la co construction de connaissances dans des interactions langagières, nous permet de mettre en perspective les relations entre situations, actions de l'enseignant et possibilités d'apprentissage dans les jeux de langage que nous avons dégagés. Cette brève mise à l'essai de notre modèle tend donc à appuyer nos conclusions quant à la nécessité de prendre en compte de façon forte les interactions verbales dans les analyses didactiques de situations pour une meilleure compréhension du processus de construction de connaissances en classe et la pertinence du modèle qu'offre notre contribution au regard de cet objectif.

Bibliographie

AMBROISE B. (2002), Relativisme et engagement ontologique chez Quine, in *Philosophia Scientia*, publication en ligne.

ARSAC G., BALACHEFF N., MANTE M. (1992), Teacher's role and reproducibility of didactical situations, in *Educational Studies in Mathematics* 23 (5) (5-29).

BANGE P. (éd.) (1987), *L'analyse des interactions verbales : La dame de Caluire, une consultation*, Berne : Peter lang.

BENOIST J. (2004), Le problème de la référence au début du XX^e siècle, in F. WORMS (éd.), *Le Moment 1900 en philosophie*, Presses Universitaires du Septentrion, Université de Lille 3

BERGER M. (1978), *Géométrie, vol.3 Convexes et polytopes, polyèdres réguliers, aires et volumes*, CEDIC/Fernand Nathan

BLOCH I. (2000), *L'enseignement de l'analyse à la charnière lycée / université : savoirs, connaissances et conditions relatives à la validation*. Thèse de l'Université Bordeaux 1.

BLOCH I. (2002), Différents niveaux de modèles de milieu dans la Théorie des Situations, in Dorier J.L., Artaud M., Berthelot R., Floris R. (eds) *Actes de la XIème École d'Été de Didactique des Mathématiques*, Grenoble : La Pensée Sauvage.

BOUCHARD R. (2001), "Apprentissage" de l'oral en L1 et pratiques de classe : un débat en C.P./CE1, Analyse interactionnelle et énonciative ("Le petit laboratoire" de l'École P.-E. Victor de Lyon (8^e)) », in Rabatel A. (ed), *Interactions orales en contexte didactique : Mieux (se) comprendre pour mieux (se) parler et pour mieux (s')apprendre*, PUL-Iufm

BOUCHARD R. et ROLET C. (2003), Pour une méthodologie d'analyse didactico-interactionnelle des pratiques enseignement/apprentissage : A propos d'une séance de mathématiques à l'école primaire, in *Actes du colloque « Construction des connaissances et langage dans les disciplines d'enseignement »*, Bordeaux

BROUSSEAU G. (1986), Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, in *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol.7.2, Grenoble : La Pensée Sauvage.

BROUSSEAU G. (1991), Concepts fondamentaux en Didactique des Mathématiques et théorie des situations didactiques : plan à débattre d'un cours de base, in *Actes de la VIème École d'Été de Didactique des Mathématiques* (13-19), Institut Mathématiques de Rennes et IRESTE de Nantes.

BROUSSEAU G. (1995), L'enseignant dans la théorie des situations didactiques, in *Actes de la VIIIème École d'Été de Didactique des Mathématiques* (3-46), IREM de Clermont Ferrand, IUFM Arras et Équipe DIDIREM Paris VII.

BROUSSEAU G. (1998), *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée sauvage

CENTENO J. (1995), *La mémoire didactique de l'enseignant*, Université Bordeaux 1: LADIST

CHEVALLARD Y. ET JOHNSA M.-A., (1985), *La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné*, Grenoble : La Pensée Sauvage.

CHEVALLARD Y. (2001), *La transposition didactique*, Grenoble : La Pensée Sauvage.

CLÉMENT P., SCHEPS R., STEWART J. (1997), Une interprétation biologique de l'interprétation. I-Umwelt et Interprétation, in J.M. Salanskis, F. Rastier, R. Scheps, *Herméneutique : textes, sciences* (209 – 232), Paris : PUF, coll. Philosophie d'aujourd'hui, Cerisy

CLÉMENT P., HÉRAUD J-L., ERRERA J-P. (2004), Paradoxe sémantique et argumentation : analyse d'une séquence d'enseignement sur les grenouilles au cycle 2, *Aster* n° 38, pp.123-150.

COMITI C., GRENIER D., MARGOLINAS C. (1995), Niveaux de connaissances en jeu lors d'interactions en situation de classe et modélisation de phénomènes didactiques, in ARSAC Gilbert et al. (coord), *Différents types de savoirs et leur articulation*, (92-113), Grenoble : La Pensée Sauvage

CRAHAY M. (1989), Contraintes de situations et interactions maître – élève : changer sa façon d'enseigner, est-ce possible ?, in *Revue française de pédagogie* n°88 (67 – 94), Institut National de Recherche Pédagogique.

DIAZ T., PROUCHET M., TISSERON C. (2006), Jeux et enjeux de formation, in Durand-Guerrier V., Héraud J. L. Tisseron C. (coord.) *Jeux et enjeux de langage dans l'élaboration des savoirs*, P. U. L.

DIONNET S. (1998), Tutelle, médiation et formation des maîtres, in Dumas Carré A. et Weil-Barais A. (dir.) *Tutelle et médiation dans l'enseignement scientifique* (325 à 332), Berne, Peter Lang.

DOUADY R. et PERRIN M.J. (1991), La place de l'enseignant dans le système didactique, in *Actes de la VIème École d'Été de Didactique des Mathématiques* (81-82), Institut Mathématiques de Rennes et IRESTE de Nantes.

DUMAS CARRÉ A. et GOFFARD M. (1997), *Rénover les activités de résolution de problèmes ; concepts et démarches*. Paris : Armand Colin.

DUMAS CARRÉ A., WEIL-BARAIS A. (1998), Les interactions didactiques. Tutelle et/ou médiation ?, in Dumas Carré A. et Weil-Barais A. (dir.) *Tutelle et médiation dans l'enseignement scientifique* (1-15) , Berne, Peter Lang.

DURAND-GUERRIER V. ET DIAS T. (2005), L'interprétation des énoncés en mathématiques. Un exemple en géométrie des solides, communication du symposium La sémantique logique comme concept organisateur pour un questionnement épistémologique des disciplines scolaires, à paraître in *Actes du colloque : Quelles références épistémologiques pour les didactiques*, Bordeaux, 25-27 mai 2005

DURAND – GUERRIER V, HÉRAUD J. L., TISSERON C. (coord.).(2006) *Jeux et enjeux de langage dans l'élaboration des savoirs*, P. U. L.

DURAND-GUERRIER V. (2006), La résolution des contradictions : apports de la sémantique logique, in Durand-Guerrier V., Héraud J. L. Tisseron C. (coord.) *Jeux et enjeux de langage dans l'élaboration des savoirs*, P. U. L.

DURAND – GUERRIER V, HÉRAUD J. L. (2006), Définitions et règles en mathématiques. Le mythe de la transparence, in *Actes des journées d'études Interactions Verbales, Didactiques et Apprentissage*, IUFM de Lyon, 19-20 mai 2005, Presses Universitaires de Franche Comté

DUVAL R. (1990), Pour une approche cognitive de l'argumentation, in *Annales de didactique et de sciences cognitives*, IREM de Strasbourg, vol. 3

DUVAL R (1992), Argumenter, démontrer, expliquer : continuité ou rupture cognitive ?, in *Petit x n°31* (37 – 61), IREM de Grenoble

DUVAL R. (1993), Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée, in *Annales de Didactique et de Sciences cognitives*, n°5 (37 – 65)

DUVAL R. (1995), *Sémiosis et pensée humaine : registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*, Berne : Peter Lang

DUVAL R. (1996), Quel cognitif retenir en didactique des mathématiques ?, in *Recherches en Didactique des mathématiques*, vol. 16/3 (349 – 380), Grenoble : La Pensée Sauvage

DUVAL R. (2004), Des figures à la manière de les voir : comment poser le problème de la visualisation dans l'apprentissage de la géométrie ?, in *Actes du Séminaire National de Didactique des Mathématiques*, version électronique.

ERMEL (2001), *Apprentissages numériques et résolution de problèmes*, CM1, Hatier

FAVRE D., LENOIR Y (2001), La didactique entre simplification et prise en compte de la complexité, in Lenoir, Y. Lessard, C. et Legault F. (eds) *L'articulation didactique-pédagogie, un enjeu de formation à l'enseignement ? L'enseignement de la matière dans le contexte du travail pédagogique en classe*, (13-53). Québec : Presses de l'Université Laval

FRANCESCHELLI S. ET WEIL BARAIS A. (1998). La construction d'un modèle en mécanique : analyse des interactions professeur-élèves, in Dumas Carré A. & Weil-Barais A. (dir.) *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (211-238). Berne: Peter Lang.

FREGE G. (textes publiés entre 1879 et 1925, traduits et rassemblés en 1971), *Écrits logiques et philosophiques*, Paris : Le seuil (Essais).

FRELAT – KAHN B. (1998), De la vision à la médiation : une radicale transformation des représentations de la connaissance, in Dumas Carré A. & Weil-Barais A. (dir.) *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (19 - 27). Berne: Peter Lang.

GARCIA-DEBANC C. (1996), Quand les élèves de CM argumentent, in *Langue Française 112* (50 à 66).

GRENIER D. (1991), Processus d'enseignement de la symétrie orthogonale, in *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol.10/1, Grenoble : La Pensée sauvage

JOSSE E. et ROBERT A. (1993), Introduction de l'homothétie en seconde, analyse de deux discours de professeurs, in *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol.13/1.2 (119-154), Grenoble : La Pensée sauvage

GOFFMAN E. (1974), *Les rites de l'interaction*, Paris : Éditions de Minuit.

GOFFMAN E. (1987), *Façons de parler*, Paris : Éditions de Minuit.

GUERNIER M.C., DURAND-GUERRIER V. *et al* (2006), *Actes des journées d'étude Interactions verbales, didactiques et apprentissages*, IUFM de Lyon, 19-20 Mai 2005, Presses Universitaires de Franche Comté

HÉRAUD J.L. (2005), Concepts et outils de la sémantique logique. La fonction du « paradoxe sémantique » dans l'épistémologie et la didactique des disciplines in *Actes électroniques du colloque « Didactiques : quelles références épistémologiques ? »*, mai 2005, Bordeaux

HÉRAUD J.L. et ERRERA J.P. (2006), Édith ne parle pas, in Durand-Guerrier V., Héraud J. L. Tisseron C. (coord.), *Jeux et enjeux de langage dans l'élaboration des savoirs*, P. U. L.

LAUGIER S. (1995), Une ou deux indéterminations, in *Archives de Philosophie* n°58

LEUTENEGGER F. (2000), Construction d'une clinique pour le didactique. Une étude des phénomènes temporels de l'enseignement, in *Recherches en Didactique des Mathématiques* 20/2 (209-250), Grenoble : La Pensée sauvage.

MARGOLINAS C. (1992), Éléments pour l'analyse du rôle du maître : Les phases de conclusions, in *Recherches en Didactique des Mathématiques* 12/1 (112 – 158), Grenoble : La Pensée Sauvage

MARGOLINAS C. (1995) La structuration du milieu et ses apports dans l'analyse a-posteriori des situations, in *Les Débats de Didactique des Mathématiques* (89-102), Grenoble : La Pensée Sauvage

MATHÉ A.C. (2002) Analyse d'une situation d'argumentation en géométrie des solides en classe de CM1- CM2, mémoire de DEA, université Lyon I.

MATHÉ A.C. (2004), Analyse d'une situation d'argumentation en géométrie des solides en classe de CM1 CM2, *Grand N* n°74 (33 - 51), IREM de Grenoble.

MATHÉ A.C. (2006), Élaboration d'une référence partagée : un exemple en géométrie des solides en classe de CM1 – CM2, in Durand-Guerrier V., Héraud J. L. Tisseron C. (coord.) *Jeux et enjeux de langage dans l'élaboration des savoirs*, P. U. L.

MAUREL M. ET SACKUR S. (2002), La presqu'île, introduction aux fonctions à deux variables en DEUG, analyse en termes de structuration du milieu d'une situation en classe ordinaire, in Dorier J.L., Artaud M., Berthelot R., Floris R. (eds) *Actes de la XIème École d'Été de Didactique des Mathématiques*, Grenoble : La Pensée Sauvage

MINISTÈRE DE LA JEUNESSE, DE L'ÉDUCATION NATIONALE ET DE LA RECHERCHE (2002a), *Qu'apprend-on à l'école primaire ?*

MINISTÈRE DE LA JEUNESSE, DE L'ÉDUCATION NATIONALE ET DE LA RECHERCHE, Direction de l'enseignement scolaire (2002b), *Document d'application des programmes, Mathématiques, cycle 3*

- MINISTÈRE DE LA JEUNESSE, DE L'ÉDUCATION NATIONALE ET DE LA RECHERCHE (2002C), Document d'application des programmes, Mathématiques, cycle3
- MORGE L (1998). *Essai de formation professionnelle des professeurs de sciences physiques portant sur les interactions en classe, étude de cas en formation initiale*. Mémoire de thèse de didactique des sciences. Paris : Université Paris 7.
- NEF. F. (1991). *Logique, langage et réalité*. Éditions Universitaires
- PERRAUDEAU M. (2006), Clarifier la posture du professeur : la médiation et la tutelle, in *La difficulté scolaire : Actes de la journée d'étude de Nantes de juin 2005* (53 à 58), IUFM Pays de la Loire.
- PERRIN GLORIAN M.J. (1993), Enseignement des maths dans les classes faibles, in *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, vol.13/1.2 (5-118), Grenoble : La Pensée sauvage.
- PLANTIN C. (1996), *L'argumentation*, Mémo Seuil
- QUINE W.V.O. (1975), On empirically equivalent systems of the world, *Erkenntnis*, n° 9
- QUINE W.V.O (1975), Philosophie de la logique, Paris : Aubier - Montaigne
- QUINE W.V.O. (1996), Les deux dogmes de l'empirisme, in *De Vienne à Cambridge*, traduction fr. M. Clavelin, Paris : Gallimard, coll. « T.E.L »
- RATSIMBA – RAJOHN H. (1992), *Contribution à l'étude de la hiérarchie implicite. Application à l'analyse de la gestion didactique des phénomènes d'ostension et de contradictions*. Thèse Université Rennes I .
- ROBERT A. et ROBINET J. (1989), Représentations des enseignants de mathématique sur les mathématiques et leur enseignement, in *Cahier Didirem n°1*, IREM Paris VII.
- ROBERT A. (2001), Les recherches sur les pratiques des enseignants et les contraintes de l'exercice du métier d'enseignant, in *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol.21/1.2 (57-80), Grenoble : La Pensée sauvage.
- RORTY R. (1977), *The Philosophy and the Mirror of Nature*, Princeton University Press, Traduction française de Marchaisse T.(1990), *L'Homme spéculaire*, Paris : Éditions du Seuil
- SACHOT M. (1996), De la proclamation scripturaire au cours magistral : histoire d'un modèle archétypal, in Cl. Raïsky et M. Caillot (dir.), *Au-delà des didactiques, le didactique*, (193-222), Bruxelles : De Boeck-Université, coll. « Perspectives en éducation ».
- SCHNEUWLY B., BRONCKART J.P. (sous la direction de) (1985), *Vygotski aujourd'hui*, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel
- SCHWEBEL M., MAHER, C. A. et FAGLEY, N. S. (1990), Le rôle de la société dans le développement des fonctions cognitives, *Perspectives* 20 (3) (293-307).
- SENSEVY G. (1998), *Institutions didactiques. Étude et autonomie à l'école élémentaire*, Paris : PUF.

SENSEVY G., MERCIER A. et SCHUBAUER-LEONI M.L.(2000), Vers un modèle de l'action didactique du professeur, à propos de la course à 20, in *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol .20/3 (263 -304), Grenoble : La Pensée sauvage .

SENSEVY G (2001), Modèles de l'action du professeur : nécessités, difficultés, in A.Mercier, G.Lemoyne, A.Rouchier (eds) *Le Génie didactique* (209 – 232), De Boeck

SENSEVY G. (2002), Des catégories pour l'analyse comparée de l'action du professeur : un essai de mise à l'épreuve, in *Études des pratiques effectives : l'approche des didactiques* (25-46), Grenoble : la Pensée sauvage.

SHUBAUER-LEONI M.L. (1991), La place du maître dans le système didactique : esquisse d'une analyse didactique avec un regard de psychologue social des situations didactiques, in *Actes de la VIème École d'Été de Didactique des Mathématiques* (83-85), Institut Mathématiques de Rennes et IRESTE de Nantes.

SINCLAIR H. et COULTHARD M (1975), Towards discourse analysis, Routledge And Kogan Paul.

SOURY-LAVERGNE S. (1998), *Étayage et explication dans le préceptorat distant, le cas de téléCabri*, thèse Université Joseph-Fourier Grenoble 1.

TISSERON C. (2002), Routines et régulations dans les pratiques du professeur : confrontation de différentes approches. Quels modèles pour l'enseignant ?, in Dorier J.L., Artaud M., Artigue M., Berthelot R., Floris R., (eds) *Actes de la XIème École d'Été de didactique des mathématiques*, Grenoble : La Pensée sauvage.

TISSERON C. (2005), Autour de la rationalité (en référence à Gilles Gaston Granger), in *Actes électroniques du colloque « Didactiques : quelles référence épistémologiques ? »*, Bordeaux

TISSERON, C., SOUDANI, M., SOUDANI, O. (2005) Jeux et enjeux de langage dans la construction des concepts de circuit électrique en série et en parallèle à l'école primaire, in V. Durand-Guerrier, J.L. Héraud, C. Tisseron (eds.) *Jeux et enjeux de langage dans l'élaboration des savoirs en classe*. Presses Universitaires de Lyon

TOULMIN S E (1958, trad.fr. 1994), *Les usages de l'argumentation*, PUF

VANNIER-BENMOSTAPHA M.P.(2003), Dimensions sensibles de tutelle et travail de mathématiques, in *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques* (257-273), ARDM et IREM de Paris VII.

VERGNAUD G. (2000), *Lev Vygotski, Pédagogue et penseur de notre temps*, Hachette Éducation, collection Portraits d'éducateurs, Paris.

VIGNAUX G. (1976), *L'argumentation*, Librairie DROZ, Genève-Paris, 1976

VYGOTSKI L. (1934 – 1937, trad.fr 3^{ème} édition 1998), *Pensée et langage*, Paris : La Dispute,

WEIL-BARAIS A. (Sous la direction de) (1997), *Les méthodes en psychologie*, Rosny: Bréal.

WINKIN Y.(1981), *La nouvelle communication*, Paris : Éditions du Seuil

WINNYKAMEN F.(1998), Approche psychologique de la tutelle , in A. Dumas Carré et A. Weil-Barais (dir.) *Tutelle et médiation dans l'enseignement scientifique* (29-58), Berne, Peter Lang.

WITTGENSTEIN L. (1945, trad. 1963 et 2005), *Investigations philosophiques*, Gallimard.

ANNEXES

découverte.....

MISE EN BOÎTES !

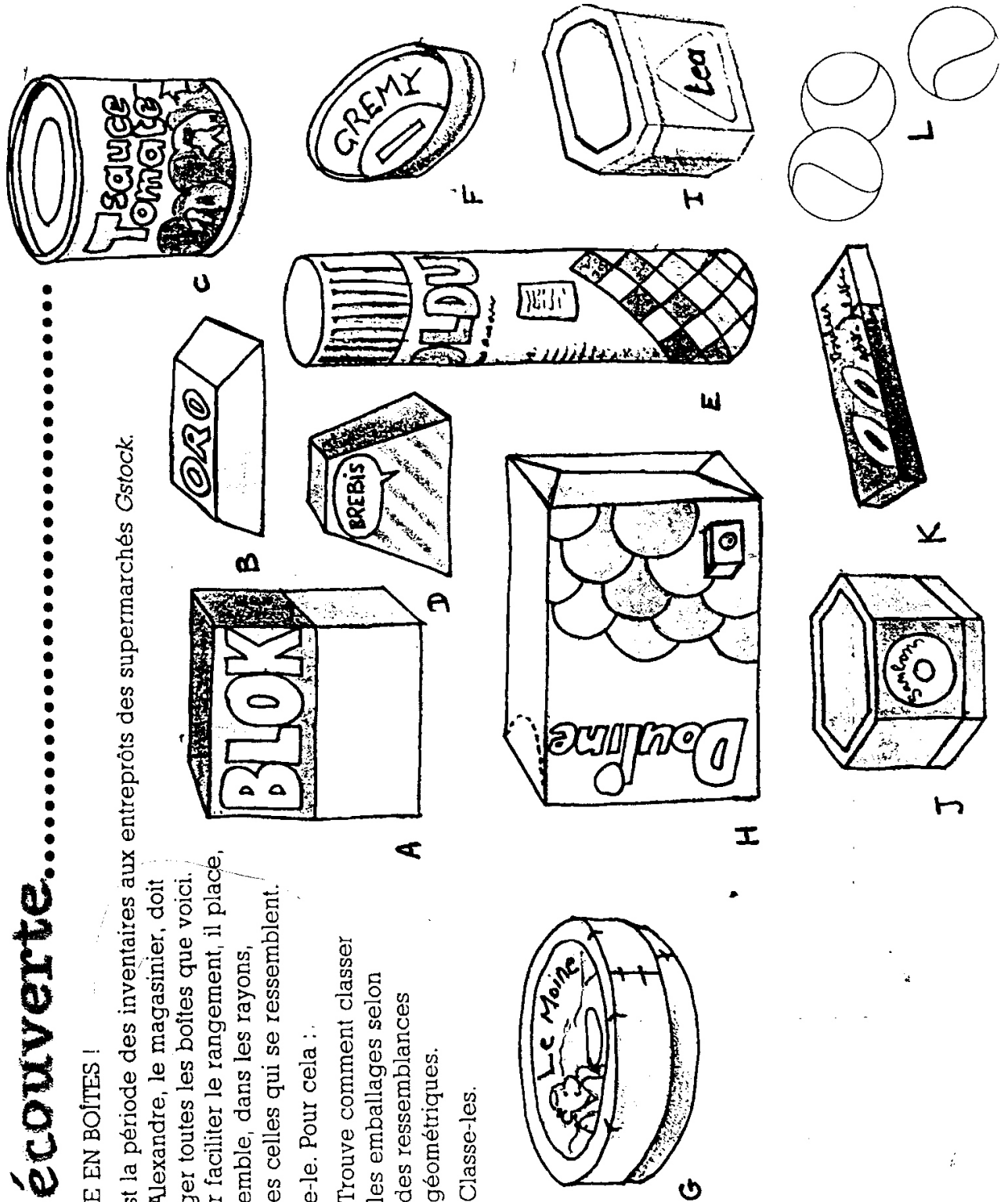
C'est la période des inventaires aux entrepôts des supermarchés Gstock.

M. Alexandre, le magasinier, doit ranger toutes les boîtes que voici. Pour faciliter le rangement, il place, ensemble, dans les rayons, toutes celles qui se ressemblent.

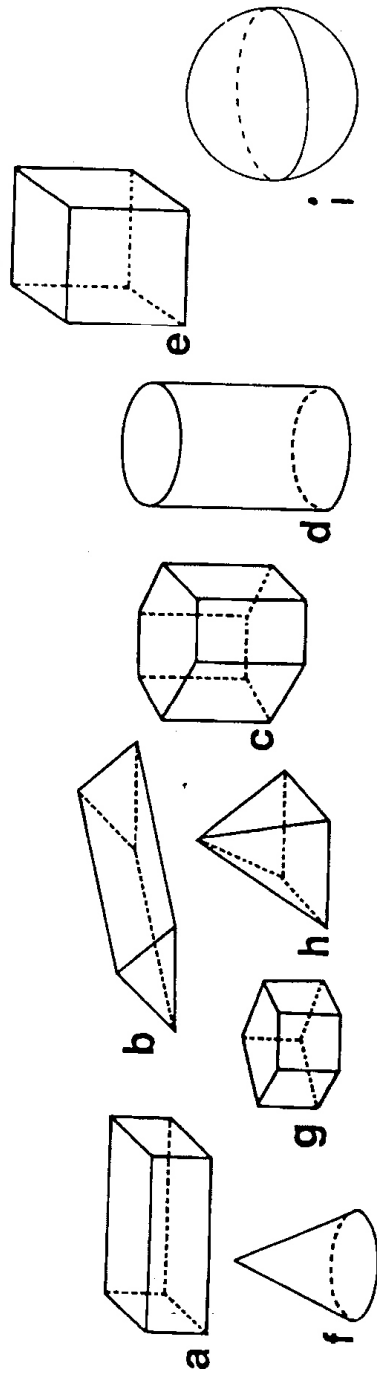
Aide-le. Pour cela :

1. Trouve comment classer les emballages selon des ressemblances géométriques.

Classe-les.



	nombre de faces	il y a des faces qui sont des polygones				il y a des faces qui ne sont pas des polygones	
		carrés	rectangles	triangles	autres polygones	disques	autres
a	6		x				
b							
c							
d							
e							
f							
g							
h							
i							



ANNEXE 3, FICHE 3

Associe les solides qui peuvent avoir des ressemblances :

- les solides (emballages), repérés par des lettres majuscules.
- Les solides exposés dans la classe, repérés par des numéros.
- Les solides dessinés, repérés par des lettres minuscules.

Il peut y avoir plusieurs numéros, ou plusieurs lettres par colonne.

<u>SOLIDES DESSINES</u>	<u>SOLIDES EMBALLAGES</u>	<u>SOLIDES EXPOSES</u>
<u>a</u>		
<u>b</u>		
<u>c</u>		
<u>d</u>		
<u>e</u>		
<u>f</u>		
<u>g</u>		
<u>h</u>		
<u>i</u>		
<u>k</u>		

Géométrie, cycle III
Les solides

NOM:

Date:



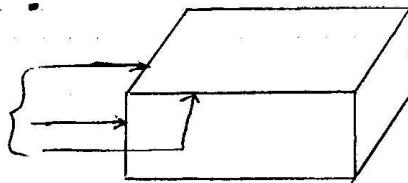
Voici une qui est un pol..... parce qu'elle est composée de

Cette forme géométrique a quatre

Voici deux que je vais assembler pour former un



voici un Les ont changé de nom, elles s'appellent maintenant des D'autres parties ont elles aussi changé de nom : les sont devenus des



Cette partie que l'on ne voit pas sur laquelle repose le s'appelle : la

Colorie une visible.

ANNEXE 5, TRANSCRIPTION DE LA SÉANCE 1

Les tables sont en cercle. P est assis à l'une des tables. Une table au milieu.

1. P : On part sur un travail de 6 à 7 séances sur la géométrie.
2. E : C'est pour ça que les tables ont été déplacées !
3. P : Voilà, il y a une volonté précise de ma part d'avoir disposé les tables comme cela. Je vais vous donner un document. Vous allez prendre une minute pour le lire.

(P se lève et distribue les feuilles : 1 document (dessins d'emballages).
Silence : tout le monde lit.)
4. P : Bien. C'est lu ?
Thomas, à toi, tu lis la consigne à voix haute, s'il te plaît.
5. Thomas : C'est la période des inventaires aux entrepôts des supermarchés Gstock, M. Alexandre, le magasinier, doit ranger les boîtes que voici. Pour faciliter le rangement, il place ensemble, dans les rayons, toutes celles qui se ressemblent. Aide-le.
6. P : Merci. Est-ce qu'il y a besoin d'informations complémentaires ? Est-ce qu'il y a certains mots que vous ne comprenez pas ?
(3 élèves lèvent la main).
7. E : G-Stoc
8. P : G-Stoc?
9. E : Un magasin.
10. Damien : G-Stoc c'est Stoc mais on n'a pas le droit de faire de la pub.
11. P : Voilà, c'est la marque du magasin.
12. E : Pourquoi on n'a pas le droit de faire de la pub ?
13. P : Pourquoi on n'a pas le droit de faire de la publicité ? C'est pour ne pas vous influencer à aller dans certains magasins. D'autres mots que vous ne comprenez pas ou qui vous sont étrangers ?
(Damien lève la main mais P ne la voit pas.)
Vous avez tout compris ?... Qu'est ce que c'est qu'un inventaire ?
14. Justine : ... On connaît quelqu'un
15. P : Personne n'a un papa qui a une épicerie ou un magasin, ou qui travaille dans un magasin...
16. E : Si, ma maman en fait des inventaires.
17. P : D'accord. Tu peux expliquer alors ?
18. E : Ben, en fait, il y a des palettes avec des produits dessus. Ils doivent les ranger dans l'ordre... enfin.. par exemple
19. P : Où est-ce qu'elle travaille ta maman ?
20. E : A Carrefour.
21. P : A Carrefour. Et elle s'occupe d'un rayon particulier ?
22. E : Oui, le rayon des bonbons.

23. P : Est-ce qu'elle fait l'inventaire par exemple des lessives ou des légumes ?
24. E : Non !
25. P : Non, elle va s'occuper de son rayon, c'est ça ?
Et l'inventaire ce serait quoi alors ? J'ai entendu classer, ranger...
26. E : Trier.
27. Thomas : En fait, un inventaire c'est quand on note tout ce qu'on a en rayon.
28. P : On note tout ce qu'on a en rayon...
Alors, un inventaire, ça se fait tous les jours, toutes les semaines, tous les mois, tous les ans ?
29. E : Ça dépend.
30. Laure : Tous les ans.
31. P : Ça serait pour vérifier quoi ?
32. Laure : Si on a tout.
33. E : Si c'est périmé, euh...
34. E : Y'a peut-être des trucs spéciaux, où c'est une fois par semaine.
35. P : En fait, Laure a raison, dans la distribution, c'est-à-dire pour les produits de consommation, c'est une fois par an.
L'inventaire, ça sert à comparer ce qui a été commandé et ce qui reste en magasin.
36. E : Mais monsieur, en fait, ils rajoutent ce qui manque ?
37. P : Non, c'est pour savoir ce qu'il reste par rapport à ce qui a été commandé.
38. E : Ah ouais ! D'accord.
39. P : Voilà. Donc ici, il y a un inventaire qui est fait. Tu nous relis la consigne, par exemple, Magali.
40. Magali : Trouve comment classer les emballages selon les ressemblances géométriques.
41. P : Donc, qu'est-ce qu'on a sur cette fiche ? (Les élèves lèvent la main).
42. Loïc : On a des boîtes, des produits, et des produits qui vont sur un même rayon et en fait on doit, selon des ressemblances géométriques, les rassembler.
43. P : D'accord. (A l'élève d'à côté) Par rapport à ce qu'il a dit...
44. Quentin : Moi, je mettrais tout ce qui est alimentation d'un côté et tout ce qui est chimique de l'autre, parce que si... (Quelques élèves lèvent la main.)
45. P : Tu veux réagir par rapport à ça ?
46. E : Je suis un peu d'accord avec lui pour mettre les aliments d'un côté et puis les objets... Mais les aliments d'un côté, on pourrait aussi les classer comme par exemple les fromages. (Damien lève la main et est interrogé.)
47. Damien : Mais moi, Quentin, je trouve que c'est pas bien parce que la consigne c'est les classer avec la forme de l'emballage.

48. Ensemble : Oui.
49. P : La forme de l'emballage.
50. Damien : en géométrie
51. P : Ça ne correspond pas à ce qu'il dit alors ?
(Des élèves lèvent la main.)
52. Quentin : Je sais, monsieur, mais alors ça va pas très bien parce que si on met du fromage avec du ... beuh ...
53. P : D'accord. Toi, ton idée de départ c'était de regrouper par produit. (E lève la main.)
Oui ?
54. E : Ben, moi, j'suis d'accord avec Damien parce que mettre le fromage avec le fromage, c'est pas les mêmes formes géométriques. Par exemple, « Le moine » est en rond, c'est en cercle et par exemple, la « crème » c'est ovale, alors si on met le fromage avec le fromage ça va pas aller parce que c'est pas les mêmes formes géométriques
55. Quentin : Oui mais là, on pense à aider une entreprise.
56. P : Alexis ?
57. Alexis : Est-ce qu'on peut faire plusieurs groupes... que deux ?
58. P : Je ne sais pas, c'est comment classer ?
59. Alexis : Ah, alors moi, je mettrais toutes les formes rondes d'un côté, toutes les formes carrées de l'autre
60. P : Y'en a qui ne sont pas d'accord avec ce que vient de dire Alexis ?
61. Ensemble : Non.
62. E : Ben, c'est la consigne qu'Alexis vient de dire... c'est la consigne.
63. P : Alexis, toi tu ferais 2 groupes, c'est ça ?
64. Alexis : Non, plusieurs.
65. P : Plusieurs.
66. P (à un autre élève) Toi, tu ferais plusieurs groupes ou 2 groupes ?
(Quentin lève la main. P se déplace et va au tableau.)
67. Quentin : Moi je défends encore mon idée.
68. P : Tu as raison
69. Quentin : Ce qu'il faudrait, ce serait les classer d'abord par forme géométrique, comme ça on peut les empiler, et puis après par produit : alimentation, vaisselle,...
70. P : D'accord, pour toi, par forme géométrique c'est pour les empiler...
71. E : Monsieur !
72. P : Oui ?

73. E : Vous avez dit aussi plusieurs groupes ou 2 groupes mais 2 groupes ça peut être plusieurs.
74. P : Oui, dans 2 on est déjà plusieurs, effectivement. Quand je disais plusieurs j'entendais plus que 2. Je pense que tu avais compris.
75. E : Oui.
76. E : Monsieur, on doit le faire tout seul ou à 2 ?
77. P : On va le faire collectivement.
78. Ensemble : Oh non !
79. P : J'aimerais avoir des informations pour faire ce classement. Justine !
80. Justine : Ben y'a des lettres alors on peut faire par...
81. P : Ce que je veux, ce sont les critères de classement, c'est-à-dire qu'est-ce qui va nous permettre de classer.
82. Justine : Ah ben, les formes
83. P : Oui
84. Justine : Par exemple il y a les formes rondes, « Le moine » par exemple, et puis la sauce tomate
85. P : Avant de ... Donc qu'est que vous verriez dans les formes rondes... Bastien ?
86. Bastien : Ben déjà « Le moine ».
87. P : Donc, euh, est ce qu'on pourrait les appeler autrement que par leur...
88. Ensemble : cercles , les lettres , formes fromages
89. P : Oui, y'a des lettres.
90. Ensemble : G – L
91. P : Où sont les L ? Ce sont des balles. Qui est d'accord pour mettre les balles dans les formes rondes et qui ne l'est pas ?
92. Ensemble : Moi, j'suis d'accord !
Pas d'accord !
93. E : Dans les formes rondes. C'est quand même des formes rondes !
94. E : On pourrait mettre les ronds et les ovales dans un même groupe... en fait tous ceux qui n'ont pas de sommet, de face, non de côté.
95. P : Donc là, je mettrai formes rondes et ici...
96. E : Formes rondes et ovales ensemble.
97. P : Formes rondes et ovales et, tu as dit, ceux qui n'ont pas de sommet.
98. E : Ben, les formes ronds ou ovales elles ont pas de sommet.
99. P : C'est pour préciser.

- (P écrit au tableau, 1^{ère} colonne à gauche, formes rondes (toutes les formes qui n'ont pas de sommet).)
100. E : Monsieur, on y marque aussi ?
101. P : Je marque les informations simplement.
Donc, toutes les formes qui n'ont pas de sommet. Tu veux rajouter une autre question, Quentin ?
102. Quentin : Non... ceux qui n'ont aucun côté plat.
103. P : Ceux qui n'ont pas de sommet et de côté plat ?
104. E : Mais c'est pas possible de ne pas avoir de côté plat !
105. E : Ben si, le rond il n'a pas de côté plat [la balle].
106. E : Ben si, « Le moine » tu peux bien le poser, il a un côté plat.
107. E : Oui, mais en regardant par dessus.
108. P : On va voir si la dernière information est valable pour nous. (Il ajoute « sans côté plat » au tableau) Donc, on met ... après, l'autre colonne, ça sera quoi ? (Il trace un trait vertical.)
109. E : Formes carrées (et des trapèzes).
110. P : Comment ça s'appelle, cette catégorie ? J'entends les carrés, les rectangles, les trapèzes...
111. Ensemble : Les angles, les polygones, les quadrilatères.
112. P : Donc, tu as parlé de polygones, oui...les formes poly...
113. E : polygonales.
114. P : Les formes polygonales, oui. (Il l'écrit dans la 2^{ème} colonne.)
Est-ce que quelqu'un n'est pas d'accord avec ça ? C'est possible qu'on ne soit pas d'accord.
115. E : Oui, y'a un truc, c'est plutôt sur l'autre que je ne suis pas d'accord.... Côté plat.
116. E : Oui, moi aussi.
117. Loïc : J'suis pas d'accord parce que « Le moine » on a considéré que ça avait un côté plat, donc ça ne pourrait pas aller ni avec les formes rondes, ni avec les formes polygonales.
118. E : Même chose pour le « crémy ».
119. P : Oui, Damien ?
120. Damien : La seule chose qui pourrait aller dans les formes rondes, ben c'est les balles.
121. Ensemble : Oui.
122. P : Ici, si y'a pas de côtés plats... alors est-ce qu'il y a des informations à enlever ?
123. Ensemble : Oui, côtés plats.
124. P : Tout le monde est d'accord ou pas ?

125. Ensemble : Oui
(P raye « et de côtés plats ».)
126. Quentin : Comment ça s'appelle aussi les ronds ?
127. P : Les cercles ?
128. Quentin : Non, ceux qui sont arrondis...
129. P : Pour l'instant, ça sera formes arrondies.
Qu'est ce qu'on met comme lettre ici ? (1^{ère} colonne).
130. Ensemble : G – F – C – E (P écrit.)
131. P : On récapitule. Laure !
132. E : Y'a L aussi, monsieur.
133. E : Non, pas L.
134. P : Alors G, ça correspond à quoi ?
135. Ensemble : Camembert !
136. P : C
137. Ensemble : Sauce tomate !
138. P : F
139. E : Crémy
140. P : Soit une laque, soit une bombe aérosol.
141. Ensemble : Et L, monsieur !
142. P : Alors L, c'est quoi ?
143. Pauline : Non, moi L je le mettrais.. enfin, je le mettrais pas parce qu'il a pas de côté plat alors faudrait plutôt le mettre dans une autre...
144. E : Mais on l'a barré !
145. Pauline : Oui, mais L y'a pas de côté plat et y'a pas de sommet, alors faudrait mieux le mettre dans une autre colonne.
146. E : Mais « Le moine » non plus il a pas de sommet.
147. E : Si, « Le moine » il en a, c'est comme une boîte de camembert.
148. E : Non, « Le moine » il en a pas !
149. E : Si...
150. P : Alors, je sens une divergence de points de vue sur « sommet », « arête » et « côté plat ». Vous n'êtes pas tous d'accord sur ce que veulent dire « arête », « sommet » et « côté plat ». Alors, on va se le mettre dans un coin. (P écrit dans un coin du tableau Sommet, Côté plat, Arête).
Bien, je vous propose sur votre feuille, il reste un petit espace, d'écrire le

classement ... et de finir de compléter avec les lettres.
On continue avec les lettres ici (colonne « formes polygonales ») (Il écrit, sous la dictée de la classe) : A – D – H – K – I – J – B). On les a toutes. (Les élèves recopient sur leurs feuilles).

151. Quentin : Ça va pas, monsieur, formes polygonales ... puisque « polygonale » c'est différentes formes ... enfin, des formes qui ont plusieurs...
152. P : Qu'est ce que ça veut dire « polygonale » ?
153. Loïc : C'est des formes qui ont six côtés.
154. Quentin : Pas forcément six, ça peut être huit aussi.
C'est tous ceux qui ont des côtés, y'a pas de nombre limite.
155. P : Vous entendez quoi, par « polygone » ?
156. E : Ça a des formes plates.
157. P : Plates ou planes ?
158. E : Planes. Et puis que tous les côtés soient carrés ... enfin pas carrés mais arrondis.
159. P : D'accord, Loïc ?
160. L : Polygone, c'est des formes à six côtés.
161. P : Vous ne savez plus ce que c'est qu'un polygone alors ...
(Silence – les élèves copient). (27 mm)
P dispose sur la table centrale des emballages et des solides en carton numérotés : (Pavé – Toblerone – cône – parallélépipède hexagonal, prisme droit, balle de tennis et distribue la fiche 2.) (31 mm)

Maintenant, vous allez terminer ...
Vous avez un tableau, des solides qui ont été dessinés, des solides qui ont été exposés. Est-ce que tout le monde peut voir les numéros d'où vous êtes placés ?
162. Ensemble Pas la boîte !
163. P : La n°5 ?
(P récapitule le numéro des boîtes). Le travail que je vous demande : il va falloir associer, c'est-à-dire mettre ensemble, les solides qui vous paraissent aller ensemble, c'est-à-dire les emballages, ceux qui sont exposés et ceux qui sont dessinés.
164. E : Ça veut dire quoi les emballages ?
165. E : J'comprends pas...
166. P : Trouver un moyen, un classement, une ressemblance entre les solides dessinés, les solides exposés et les solides qui sont des emballages.
167. E : Ah !
168. P : Le tableau que vous avez en votre possession a trois colonnes. (Il présente une fiche à la classe.) Dans la première colonne, il y a marqué « solides dessinés » avec des lettres minuscules, les solides emballages ont des lettres majuscules. Les solides exposés ont des numéros.
Donc, en face du solide dessiné « a », quelle lettre majuscule désignant un emballage va correspondre ? Et quel solide exposé va aussi pouvoir

correspondre ?

On peut faire un exemple. Par exemple, avec le solide « a » - tout le monde le voit le solide « a » ? Quel solide emballage va lui correspondre ? (Plusieurs élèves lèvent la main.)

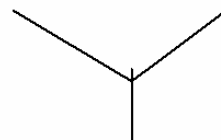
Pauline ?

169. Pauline : La 4 (silence).
170. Ensemble : Emballage :
171. Pauline : Ah : Euh, la H.
172. P : Toi, tu dis la H. Et toi Clément ?
173. Clément : La A.
174. P : Toi, tu dis ... On peut effectivement en mettre plusieurs sur la ligne. D'accord. Et dans les solides exposés ?
175. Pauline : Euh ! ben la 4.
176. E : Et puis...
177. P : Alors, regardez bien.
178. E : On le fait tout seul ?
179. P : Oui, là vous le faites tout seuls. C'est clair pour tout le monde ?
180. E : Oui.
(Les élèves travaillent chacun sur leur fiche – silence).
181. E : Est-ce qu'on peut les changer de position ?
182. P : Comment ça ?
183. E : Par exemple, le Toblerone peut être debout ou couché ?
184. P : Oui , je l'ai mis comme ça pour que tout le monde voit le numéro. (Silence.).
(P se rassoit à une table, dans le cercle. Les élèves travaillent en silence (7 mn).)
185. P : Bien. Maintenant, j'aimerais que l'on échange ensemble nos manières de classer et que vous réagissiez les uns par rapport aux autres : si vous êtes d'accord ou pas d'accord (quelques élèves lèvent la main), par rapport aux modalités de traitement, c'est-à-dire les critères que j'ai retenus pour classer.
186. Pauline : Alors – a – j'ai mis H et K dans solides emballages et dans solides exposés, j'ai mis 4.
187. Manon : Moi, dans solides emballages, moi j'ai A, H et K.
188. Ensemble : Moi aussi.
189. E : Moi j'ai pas mis K parce que le A c'est pas vraiment pareil que le K.
190. P : Alors, pourquoi ?
191. E : Euh ... Comment expliquer ?
Ben parce qu'il est plus fin que le A ... et puis voilà.

192. Manon : (à P) Ça ne change rien. C'est pareil, quoi
193. P : Ce n'est pas moi qui ai dit ...
194. Manon : (à E) : Qu'il soit plus petit ou plus gros, ça ne change rien, ça change pas la forme.
195. Pauline : Monsieur, moi j'peux dire pourquoi j'ai pas mis le A ?
196. P : Oui, vas-y.
197. Pauline : Moi, je ne l'ai pas mis parce que c'est plutôt un carré que ... un ... un ...
198. P : Alors, le K n'est pas pareil que le A parce qu'il est plus fin. Manon, toi tu dis que le fait qu'il soit plus fin, ça n'a rien à voir avec le classement.
199. Manon : Oui, c'est un quadrilatère comme l'autre.
200. Justine : La taille, c'est rien, pourvu que c'est la même forme. C'est toujours un rectangle.
201. Pauline : Ben moi, j'ai pas mis le A parce que c'est un carré.
202. Manon : Non, c'est pas un carré, c'est un rectangle !
203. P : Alors, qu'est ce que tu en penses ?
204. Pauline : Moi, je pense que c'est un carré. Je l'ai classé avec e.
205. P : Alors, ceux qui ne sont pas d'accord pour la mettre avec e.
206. E : Pauline, c'est comme Alexis en fait. Qu'il soit plus petit ou plus gros ça ne change pas la forme.
207. Damien : En fait, elle veut dire que le A est carré, pas le K.
208. P : Bon. Qu'est ce qu'on en retire de cette information ?
209. Loïc : Que la largeur et la longueur ...
Enfin, ça peut changer un peu quelque chose mais la forme, elle change pas.
210. P : Alors, ce qui nous intéresse non, c'est la forme. La forme de quoi ?
211. E : Ben, la forme des emballages.
212. P : Quoi, Manon ?
213. Manon : En fait, c'est la forme des faces.
214. P : Toi, tu parles de « forme des faces ». Tu peux préciser un peu ?
215. Manon : Ben, les faces, c'est ce qui le forme un peu.
216. P : Par rapport à face et forme ...
Thomas, tu as une idée ... Comment tu as classé ?
217. Thomas : Ben ... J'ai mis le A parce que ce sont deux rectangles qui sont empilés.
218. P : Parce que c'est la même taille, la même longueur.

219. Thomas : Comme ça, on a l'impression.
220. Loïc : Moi, j'ai pas bien compris ce qu'il a dit. Par contre, par rapport à tout à l'heure, je pense que la forme c'est elle qui est un peu le souci premier de l'exercice.
221. P : D'accord, pour qui la forme a été le « souci premier de l'exercice » pour reprendre l'expression de Loïc, c'est-à-dire qui s'est servi de la forme pour classer ? (une bonne partie de la classe lève la main).
222. Ensemble : Moi, j'regardais si ça allait bien...
Oui ...
223. E : Moi, j'ai regardé les formes, leur taille et le nombre de côtés.
224. P : D'accord.
Alors, ceux qui n'ont pas fait avec les formes, comment vous vous y êtes pris ?
225. E : Moi, j'ai fait avec la forme ...
226. P : Ben, il y en a qui n'ont pas levé la main ... (silence).
227. Pauline : Ben, on a qu'à recommencer la question.
228. Ensemble : Oui, mais maintenant tout le monde va lever la main !
229. Pauline : Alors, qui s'est servi des formes pour classer ? (Tout le monde lève la main.)
230. Alexis : Oui, moi la ressemblance ... et puis la largeur des côtés.
231. P : Moi, j'aimerais qu'on précise ce qu'on entend par « forme ». J'ai entendu parler de face tout à l'heure ... J'aimerais qu'on précise. Donovan ?
232. E : Qu'est ce que tu en penses ?
233. P : C'est quoi pour toi la forme ?
(silence)
Comment tu t'y es pris pour classer ?
234. Donovan : J'ai regardé les formes qui ressemblent à des carrés et des rectangles.
235. P : Donc, tu prends par rapport à des formes que tu connais, que l'on a déjà vu avant. Et celles que tu ne connais pas alors ?
236. Donovan : Ben, j'ai mis ensemble celles qui se rapprochaient le plus.
237. P : D'accord, qu'est ce que ça veut dire « se rapprocher le plus » ?
238. Donovan : Ben, celles qui sont pas pareilles mais presque pareilles.
239. P : Tu nous donnes un exemple de formes « presque pareilles » ?
240. Donovan : Euh ... Ben le D et le B, ce n'est pas pareil mais ça se rapproche un peu.
241. P : Sur les emballages ?
242. Donovan : Oui.
243. P : Alors, qu'est ce qui est pareil, et qu'est ce qui n'est pas pareil ?
244. Donovan : Bon, ce qui n'est pas pareil, c'est que le D il est plus haut et le B est plus petit.

245. P : Oui.
246. Donovan : Et sur le B aussi, il est plus long.
247. P : Donc, tu me parles de taille ou de forme ?
A votre avis, « plus long » « plus petit », c'est taille ou forme ?
248. Ensemble : Taille.
249. P : Donc, là tu aurais classé le A et le B par rapport à leur taille et « forme » ça serait carré, rectangle ? Alors qu'est-ce qui te permet de les mettre ensemble le B et le D ?
250. Donovan : Ben, parce qu'ils sont presque pareils.
251. P : Qu'est ce que ça veut dire « presque pareils » ?
252. Donovan : Qu'ils se ressemblent.
253. P : Qu'est ce que ça veut dire ?
Qu'est ce que vous entendez les autres par « ils se ressemblent » ?
254. Justine : Comme des jumeaux !
255. P : Oui, je suis d'accord mais ça ne permet pas de classer.
256. E : Ils ont la même forme, la même taille.
257. P : « Forme » ou « taille » ?
258. Ensemble : Forme !
259. Justine : Ils ont le même nombre de sommets ... et des choses en commun !
260. P : Quelles sont ces choses en commun ?
261. Justine : Ils ont le même nombre de sommets, ou alors ... Ils ont la même forme, enfin le même dessin en relief ...
262. P : Et toi, Donovan,, qu'est ce que ces 2 solides ont en commun ?
263. Donovan : Des sommets ...
264. P : Des sommets. Est-ce que tu sais ce qu'est un sommet ?
265. Donovan : Oui, c'est 2 ou 3 arêtes qui se rencontrent.
266. P : Tu peux en dessiner un au tableau ?
Donovan va au tableau et dessine :
267. P : Oui, et où est le sommet ?
268. Donovan : Là (il montre le point d'intersection des demi-droites).
269. P : D'accord.
Est-ce que maintenant, tu peux me dessiner au tableau quels sont les points communs entre ces deux figures ? entre le B et le D ... sur les emballages. (Manon, à côté du tableau, lui prête sa feuille).



Je pense qu'on peut l'aider ... (silence). Damien ?

270. Damien : Si on parle des sommets, ils ont 8 sommets chacun.
271. P : D'accord. Tu les montres.
(Damien montre les sommets.)
272. E : Et ils ont 6 faces chacun.
.
273. Damien : S'ils ont le même nombre de sommets, normalement ils ont le même nombre de faces
274. P : D'accord.
275. P : Bon, pour aujourd'hui, on va s'arrêter là.
On récapitule. Pour classer nos formes, on a regardé quoi ?
(Des élèves lèvent la main.)
276. E : Ben déjà, la forme, la taille et le nombre de sommets.
277. Pauline : Les ressemblances.
278. E : La taille, la forme, le nombre de sommets.
279. P : Alors, sur la taille, tout le monde n'est pas d'accord. On va garder cette information. On y reviendra la prochaine fois. On a encore une discussion à avoir.

ANNEXE 6, TRANSCRIPTION DE LA SÉANCE 2

Dans la salle, les tables sont disposées en cercle. L'enseignant, ici désigné par la lettre P, est assis à l'une des tables, parmi les élèves.

1. P. : 2^{ème} séance sur les solides
Pouvez-vous nous rappeler ce que l'on a fait la dernière fois ?
2. S. : On avait travaillé sur les solides, sur leur forme. Il fallait les classer par lettre.
3. Damien : En fait, on avait plusieurs types de solides et il fallait les classer selon leur forme, leur taille. Enfin, il fallait les classer, quoi !
4. P. : Il fallait les classer. Quand tu dis « plusieurs types de solides », qu'est-ce que tu entends ?
5. Bastien : Par exemple les cubes, les ..
6. P. : Oui, toi dans différents types, tu entends « cube », t'entends quoi ?
7. Bastien : Ben les cercles, les cylindres,
8. P. : Bien. Effectivement, pour mémoire, pour tout le monde, je rappelle : il y avait des emballages qu'on peut trouver dans des épiceries, dans des supermarchés (il montre la feuille distribuée au début de la séance 1), il y avait des solides dessinés et il y en avait sur un 3^{ème} type, c'était lesquels ?
9. Quentin : Les solides exposés.
10. P. : Effectivement, les classer comme si on était gérant du supermarché.
11. Quentin : Maintenant, on a un objet...
12. P. : Oui, bon, il est sorti plusieurs noms quand on a fait ce classement. Est-ce que vous vous en souvenez ?
13. Damien : Euh... si, vous aviez marqué au tableau mais...
14. P. : Les critères de classement.
15. E. : Ceux d'exposés il y avait le n° 1...
16. P. : D'accord, il y avait les solides qui avaient des numéros... Mais qu'est-ce que vous avez utilisé comme critère, comme ressemblance pour les classer ?
17. Loïc : La forme.
18. P. : La forme. Qu'est ce que t'entends par forme ?
19. Loïc : Euh... par exemple, un carré c'est une forme.
20. P. : Il y a ...
21. Manon : Aussi on s'était posé la question : si c'était pour un produit, on savait pas s'il allait dans les carrés ou dans les rectangles. On se disait... s'il fallait voir sa forme ou bien...
22. P. : On avait un point d'interrogation aussi sur : Est-ce que la forme, est-ce que la dimension change la forme ?
23. E. : Euh... non.
24. P. : C'est-à-dire quand on agrandit une figure...

25. E. : Oui
26. P. : Est-ce que la forme change ? Hein, c'était un petit problème qui avait été posé.
27. E. : Non.
28. P. : Alors, certains étaient d'accord, d'autres n'étaient pas d'accord, et on avait fini par voir qu'en fait... C'était quoi la réponse ?
29. Damien : C'est pareil !
30. P. : Si on a une forme carrée, si on agrandit ses dimensions de la même mesure, la forme reste la même.
31. Loïc : Oui mais enfin, si on n'agrandit qu'un seul côté, ça va pas...
32. P. : Évidemment, si on agrandit un seul côté, là ça change. Bien alors, dans ces critères de classement, on avait retenu quoi ? Bastien, tu avais donné un nom qui était ... en forme plane.
33. E. : Polygone.
34. P. : Oui, il y avait polygone, c'est exact.
35. E. : Polygonale.
36. P. : Qui est-ce qui se rappelle de la définition d'un polygone ?
(Loïc lève la main, d'autres cherchent dans leur cahier)
37. P. : Alexis.
38. Alexis : Non, non.
39. E. : Déjà, c'est une forme qui a des côtés plats.
40. P. : C'est quoi un côté ?
41. E. : Ben, c'est qui ne peut pas rouler.
42. P. : Qui ne peut pas rouler. Est-ce qu'on peut avoir plus de précision ? Donc, c'est une forme qui a des côtés plats, qui ne peut pas rouler.
43. E. : Monsieur, c'est un objet où il y a des sommets.
44. P. : C'est un objet où il y a des sommets. On parle de sommets ou de polygone ?
45. E. : Y'a pas de cercle.
46. E. : Oh ! on avait parlé de sommets et d'arêtes là-bas !
47. P. : Alors on avait parlé de sommets et d'arêtes, mais là on en est à « polygone ».
48. Loïc : C'est une forme qui a 6 côtés qui.. euh... voilà.
49. P. : Pour toi, c'est une forme qui a 6 côtés.
50. Loïc : Non ! sans cercle.
51. P. : Alors, sans ligne courbe. Justine ?
52. Justine : Un polygone, c'est une forme avec des arêtes.
53. E. : C'est ce qui a des sommets, des arêtes et puis un autre nom.
54. P. : Dans nos critères de classement des solides, qu'est-ce que vous aviez repéré ? On avait parlé de formes polygonales mais apparemment...

55. Quentin : Poly c'est plusieurs ?
56. P. : Poly c'est plusieurs, oui.
57. Manon : Ben, peut-être que les formes polygonales, c'est
58. E. : Où il y a plusieurs formes.
59. Manon : C'est les formes qui ont des sommets.
60. P. : Les formes qui ont des sommets.
61. Justine : C'est des lignes brisées.
62. P. : Ah ! alors, tu as regardé dans ton cahier de définition. Tu me relis alors la définition.
63. Justine : Polygone - C'est une figure géométrique délimitée par une ligne polygonale entre parenthèses brisée, fermée. Il y a 3 types de polygones : les polygones quelconques, réguliers ou croisés.
64. P. : Bien, pour en revenir à la définition, un polygone, c'est quoi alors ?
65. E. : C'est une ligne qui est brisée et fermée.
66. P. : La première chose qui vous vient, c'est quoi ? c'est une ligne brisée ? C'est une ligne brisée, fermée...
67. Damien : Non, Monsieur, c'est pas une ligne, c'est une forme.
68. P. : Oui... C'est une forme comment ?
69. E. : Une droite.
70. Justine : Circulaire, Monsieur, elle est circulaire parce qu'elle est fermée. Ça fait comme un circuit d'électricité.
71. E. : Monsieur, c'est une figure plane.
72. P. : Oui, d'accord. Qu'est-ce que ça veut dire figure plane ? Est-ce que c'est la même chose que les solides ?
73. E. : Non, plat ça veut dire que c'est à deux dimensions.
74. Loïc : Les solides, c'est ça par exemple (*il montre une boîte en carton*).
75. P. : Je ne sais pas. Justine, tu dis que c'est une forme circulaire. En même temps, elle dit que c'est une forme circulaire et avant elle dit que c'est une forme avec des lignes brisées. Est-ce que c'est la même chose pour toi ?
76. Justine : Ben.. un peu tant qu'elle est fermée. Brisée c'est quand elle a des sommets c'est ce qu'on a appelé en fait la ligne courbe et la ligne brisée.
77. P. : Et toi Loïc, par rapport à ce qu'elle dit là ?
78. Loïc : En fait, je pense que par rapport à tout à l'heure pour les solides et les figures planes, à mon avis les solides c'est ce qui est comme ça (*il montre sa trousse*) en 3D et les figures planes c'est comme ça (*il montre un dessin sur son cahier*).
79. P. : D'accord. Est-ce que Quentin là manipule des solides ou des figures planes ?
80. Ensemble : Des solides.
81. P. : Vous en êtes sûrs ? Je ne sais pas, c'est une question.
82. E. : Ah non, des figures planes.
83. E. : Non, des solides.
84. P. : Vous en pensez quoi ?

85. E. : C'est un solide !
86. P. : Bien. Il faut qu'on arrive à définir cette notion de polygone puisque le prochain travail ça va être un classement à partir des polygones, des formes polygonales qui ne sont pas...
Alors, pour l'instant, je la sens encore un peu floue cette notion de forme polygonale.
87. Quentin : Monsieur, les polygones ils peuvent pas rouler parce que poly ça veut dire plusieurs et s'il y a plusieurs formes il y aura du mal à rouler... à part si c'est un rond avec des angles... euh non, pas des angles !
88. P. : Précise.
89. Quentin : Non, mais polygone ça veut dire... Enfin poly – plusieurs mais si y a des ovales et des ronds, ils sont ensemble et ben ça roule un peu.
90. P. : On a vu tout à l'heure, enfin on a entendu dans ce qu nous a dit Justine, « figure géométrique composée de lignes brisées ». Est-ce qu'une ligne brisée c'est la même chose qu'une courbe ?
91. Justine : Non, une ligne brisée ça fait comme des montagnes qu'on voit à l'horizon et une ligne courbe c'est arrondi.
92. P. : D'accord. En plus, elle nous a dit que la figure, elle était fermée.
93. Loïc : Il y a aussi les lignes brisées fermées et les lignes courbes fermées.
94. P. : Oui, c'est vrai.
Alors, la définition du polygone c'est quand même une figure fermée. Poly plusieurs, gone côté ;
D'accord ? Est-ce que rentre ici la notion de ligne courbe ?
95. Ensemble : Non.
96. P. : Sûr ?
97. Loïc : Non, puisque les côtés c'est dans les droites et les lignes courbes, c'est un petit peu le contraire, donc, enfin, parce qu'y a des ...
98. Justine : Y'a pas de sommet, y'a pas d'arête.
99. P. : D'accord, alors l'arête c'est le nom qui vient pour le solide, d'accord ?
100. Loïc : Ouais, c'est par exemple ça, c'est une arête (*il montre une arête sur sa trousse en forme de pavé*)
101. P. : D'accord. Tu peux montrer à tout le monde ce que tu entends par arête ?
102. Damien : Et le sommet c'est le bout pointu : (*Loïc montre les sommets*).
103. Damien : Le bout qui pique.
104. P. : Bien. Est-ce que quelqu'un n'a pas compris ce que c'était que cette notion de polygone ?
105. Toi, Donovan, t'en penses quoi des polygones ?
106. E. : Je peux ré-expliquer ?
107. Damien : Ben t'en penses que c'est beau !
108. P. : Est-ce que tu as compris ce que c'était qu'un polygone ?
109. Donovan : Non.
110. P. : Non, alors comment tu pourrais le définir toi avec tes mots ? Est-ce qu'en faisant un dessin par exemple tu comprendrais mieux ce que c'est ?
111. Donovan : Non.
112. P. : Non – Bon.
Loïc, est-ce que tu veux en dessiner un au tableau par exemple ?
Qui n'a pas compris ce que c'était qu'un polygone ?

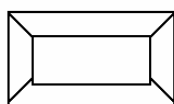
113. Damien : Tu fais comme tu veux du moment que c'est un polygone.
(il s'adresse à Loïc)
(Loïc trace un segment horizontal au tableau avec une règle).
114. P. : Attends 2 minutes. Donovan, il vient de tracer quoi Loïc au tableau ?
115. Donovan : Une arête de 50 cm.
116. P. : Non, sans mesure. Toi, tu penses que c'est une arête. Y'en a qui ont d'autres idées ? Toi, Justine.
117. Ensemble : Une droite.
118. Damien : C'est peut-être des os, hein... si c'est pas une arête, ça peut être des os, hein.
(Loïc continue, il trace un 2^{ème} côté, perpendiculaire au 1^{er}, plus court que celui-ci).
119. E. : Monsieur, plusieurs lignes droites à côté d'un polygone ça veut dire plusieurs lignes droites à côtés, heu, à longueurs différentes.
120. P. : Euh, dans polygone on ne donne pas de notion de longueur.
(Loïc complète son dessin en traçant un rectangle).
121. Manon : Monsieur, ça c'est une figure plane.
122. P. : Alors, toi, Manon, tu dis que c'est une figure plane. Toi, tu dis que c'est un polygone. Est-ce qu'il y en a parmi vous qui pensent que ce n'est pas un polygone ?
123. *(Quelques élèves lèvent la main, dont Manon).*
124. P. : Alors, est-ce que vous pouvez nous expliquer pourquoi ce n'est pas un polygone ?
125. Manon : Ben, déjà c'est une figure plane mais ... ça peut être un polygone mais en tout cas, c'est une figure plane.
126. P. : Attends. La question, c'était qui pense que ce n'est pas un polygone ?
(Justine lève la main.)
127. P. : Alors, Justine...
Tu peux aller t'asseoir, Loïc.
128. Loïc : Mais j'ai pas fini, Monsieur.
129. P. : Qu'est-ce que tu voulais ajouter ?
130. Loïc : Je voulais ajouter ici le sommet.
131. P. : Tu voulais marquer le nom de sommet ?
132. Loïc : Non, non. Mais... faire le côté.
133. Ensemble : En 3D!
En relief !
En volume!
134. P. : Tu voulais dessiner un solide ?
(Loïc dit oui de la tête.)
135. E. : Monsieur, tous les objets en 3D c'est des polygones.
136. Manon : Si, ça c'est un polygone.
137. P. : Attendez. Qu'est-ce que je t'avais demandé de dessiner, Loïc ?
138. Loïc : Un polygone.
139. P. : Et pour toi, tu as dessiné un polygone ?
(Loïc, perplexe, regarde le rectangle dessiné.)

140. Loïc : Euh si ,parce que ça a plusieurs côtés.
141. P. : Donc, tu as dessiné un polygone oui ou non ?
142. Loïc : Oui, il y a des arêtes et des sommets.
143. P. : Est-ce que tu as dessiné un polygone, c'est-à-dire avec la définition que Justine a donnée tout à l'heure ?
144. Loïc : Ah ben non, parce que là il n'y a pas de côtés.
145. P. : Il n'y a pas de côtés là ?
(Loïc prend une boîte cubique et revient au tableau.)
146. Loïc : Par exemple, les côtés c'est ça par exemple (il montre les faces du cube).
147. P. : Attends. Tu peux expliquer ce que tu entends par côté ?
148. Damien : Oui, mais il n'y a pas d'arêtes !
149. Loïc : Mais si, ça c'est les arêtes (il montre les côtés du rectangle).
150. Manon : Mais là c'est des faces, c'est pas des côtés.
151. Loïc : Mais si, les côtés c'est bien ça (il montre les faces).et dans la figure (au tableau) il y a pas de côté.
(les élèves parlent en même temps).
152. Damien : Non, il n'y a qu'une face.
153. Justine : Les côtés c'est la largeur.
154. E. : En 3D, c'est des polygones mais là c'est une figure plane.
155. P. : Ici, on a une figure plane. Est-ce que tout le monde est d'accord sur le fait qu'au tableau on a une figure plane ?
156. Ensemble : Oui.
157. P : Donovan ?
158. Donovan : Oui.
159. P. : Alexis, tu ne penses pas que c'est une figure plane ?
160. Alexis: Si, si.
161. P. : Pourquoi ? Qu'est-ce que ça veut dire déjà une figure plane ?
162. Ensemble : -Ben, une figure plane, c'est une figure vue de face ...
-qui est le contraire des figures en relief en fait...
163. P. : Oui . On voit deux dimensions.
Là, on en était aussi à notre souci de savoir si c'était un polygone ou pas.
Tu penses que c'en est un, toi (Loïc) ? Non ? Bon- Donovan ?
Comment tu nous prouves que ce n'est pas un polygone ?
164. Loïc : Bon, d'habitude sur les formes ici, c'est les côtés (il montre les faces) et polygone, ça veut dire plusieurs côtés et sur la figure au tableau y'en a pas.
165. P. : D'accord. Est-ce que vous êtes d'accord ? Vous pouvez réagir par rapport à ce qu'il vient de dire ?
166. Manon : Ça c'est une face, c'est pas un côté !
167. Sophie : Moi je suis un peu d'accord avec Loïc. Pour moi, si c'était en 3D, ce serait un polygone. Parce que là, il n'y a pas de faces, enfin si il y en a 1 mais dans un polygone, il y en a 2 – non, il y en a

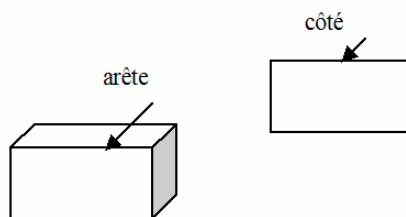
- même pas 2, il y en a plusieurs.
168. Loïc : Un polygone, pour moi, c'est ça (*il montre sa trousse*).
169. Sophie : C'est ce qui est en 3D en fait.
170. E. : Il a raison.
171. P. : Sur quelle notion vous n'êtes pas d'accord ?
Sur côté et sur face.
172. Loïc : Si ça c'est une face, ça c'est une face et ça aussi. C'est quoi des côtés ?
173. (*Manon montre une arête sur la trousse de Loïc*).
174. Loïc : Non, ça c'est des arêtes.
175. E. : Moi, j'suis d'accord avec Manon.
176. Loïc : Mais, Monsieur, arête et côté c'est pas du tout pareil !
177. P. : Qui a quelque chose à dire par rapport à ça ?
178. Julie : Moi, c'est un peu entre parce qu'il y a la face, l'arête et le dessous. Il y a le côté.
179. Loïc : Mais Manon elle dit que les arêtes c'est pareil que les côtés et c'est pas du tout pareil.
180. Damien : Les arêtes c'est ce qui forme les côtés.
181. Alexis. : Un côté c'est entre 2 arêtes.
(*il montre la tranche de la table*).
Là, il y a un côté, c'est entre 2 arêtes (*il montre la tranche de la table*).
Damien, t'as dit que les arêtes ça formait des côtés. C'est grâce à eux qu'on distingue les côtés.
182. P. : C'est grâce à quoi qu'on distingue les côtés ?
183. E. : Grâce aux arêtes.
184. P. : Et toi, Justine ?
185. Justine : Moi ça a presque rien à voir mais je me rappelle qu'en CE2 on avait travaillé es polygones. Il y avait toujours la fiche en bas et il y avait peints en relief les polygones.
186. Loïc : Oui, j'ai le souvenir de cette photo et à chaque fois Claudette nous disait ça c'est les polygones. A chaque fois qu'on faisait des maths presque.
187. P. : Très bien, donc vous avez en référence une photo ou un dessin de polygones, c'est ça – en relief, tu dis ?
188. Justine : Oui
189. Loïc : Euh, en 3D.
190. P.: En 3 dimensions?
191. E.: Il y avait des objets exposés.
192. Damien.: Mais en relief et en 3D c'est la même chose !
193. P.: Mais alors, vous avez cette référence, alors comment se fait-il que quand c'est dessiné, on a ce problème, on n'arrive pas à savoir si c'est un polygone ou pas.
194. Justine : Ben, un polygone, c'est quelque chose où il y a des sommets,, là y en a, où y a des arêtes... et y a toujours un côté ou une face dans un polygone. Puisque là c'est vu de face, quand c'était pris en photo c'était vu de face, ou vu de côté.
195. P. : On dit vu de côté quand c'est une photo ?

196. Ensemble : De profil !
197. P. : D'accord.
Alors on parle de face, de la différence entre face et côté.
198. Justine : Ben, un côté ça a une plus petite épaisseur que la face.
199. P. : Qu'est ce que tu entends par épaisseur ?
200. E. : Ça dépend.
201. Damien : C'est pas vrai, Monsieur.
C'est exactement pareil les côtés et les faces.
202. P. : Pardon ?
203. Damien : Si c'est un carré, et ben les côtés et les faces y sont exactement pareils.
204. Loïc : Non, un carré c'est une figure plane – un cube, c'est ...
205. Damien : Oui, un cube !
206. P. : Un cube, c'est quoi ?
207. Loïc : Un cube, c'est ...
208. Damien : Un solide !
209. P. : Un solide, c'est quoi ?
210. Loïc : Un solide, c'est un polygone. Mais un polygone, ça peut être dessiné, par exemple ça aussi c un polygone (*rectangle dessiné au tableau*).
211. P. : D'accord. (*Il se lève*).
212. Damien : Monsieur, moi j'aimerais bien prouver mon truc...
213. P. : Eh bien, vas-y !
(*Il va au tableau. Damien se lève aussi.*)
214. Damien : Sans côtés, sans arêtes il n'y aurait pas de faces ou de...
215. P. : Comment différencier côtés/arêtes, faces/côtés ?
216. Damien : Par exemple, bon (*il dessine un autre rectangle au tableau*).
Si j'enlève les arêtes il prend un tampon et efface les arêtes une à une, il ne reste plus rien.
217. P. : Si t'enlèves tout (*rires*).
Attends, si tu enlèves arêtes et côtés, tu enlèves tout !
218. Damien : Non.
219. Manon : Non, il reste les sommets !
220. P. : Comment...
221. E. : Alors, explique-moi ... (*rires*).
222. Manon : Le sommet, c'est un mélange de 2 arêtes.
223. P. : Ah ! si le sommet c'est un point - il reste le point.
224. E. : Non parce que...
225. Damien : C'est un croisement entre 2 arêtes ... ou plus.
(*Loïc va au tableau.*)

226. Loïc : Je construis une route (*il dessine 2 droites parallèles*). et on construit une autre route (*il dessine une seconde route perpendiculaire à la première*), ça va faire ici un croisement, un sommet ; Donc, si on enlève les routes, on enlève ça (le croisement) aussi.
227. P. : Mais Justine n'est pas d'accord.
228. Manon : Ce sont les arêtes qui font le sommet.
229. P. : Les arêtes qui font le sommet... Tu peux expliquer ?
230. E. : Faut laisser un point.
231. Loïc : Un point, si tu le regardes au microscope, ça fait une arête.
232. E. : Euh, oui.
233. E. : Moi, j'aimerais bien montrer mon schéma... comment moi je pense que c'est un polygone.
234. P. : D'accord, et par rapport à ce qu'on vient de dire ? le sommet c'est un point. Si on enlève l'arête ou le côté, il reste le sommet...
235. Damien : On enlève l'arête dans le poisson, m'sieur.
236. Loïc : C'est vrai, c'est pareil si on enlève les arêtes du poisson il peut plus, euh... (*il « mime » un poisson et désigne sa colonne vertébrale*)
237. Ensemble : *Oui*
(*Julie va au tableau et complète le tableau de Loïc :*)



238. P. : Ça c'est ce que tu voulais compléter, Loïc ?
239. Loïc : Oui, enfin pas tout à fait.
240. E. : C'est l'intérieur d'une télé : (discussions parallèles).
241. Julie : Pour moi, c'est l'intérieur d'un polygone.
242. P. : Ah ! l'intérieur d'un polygone.
Je vous pose un autre problème.
243. E. : Vous êtes pénible avec vos problèmes !
244. *P. dessine au tableau*



245. E. : Alors là, il y a un problème.
246. P. : Je vous ai dessiné 2 figures géométriques avec les mots que vous avez employés.
247. Justine : En fait, vous ce que vous avez compris, c'est arrêter, quand on arrête.
248. P. : (*Mise au point sur l'orthographe du mot arête et des verbes arrêter, s'arrêter*).
249. Laura : Vous vous êtes trompé, Monsieur, là où y a l'arête, en fait, il faut inverser.
250. P. : J'accepte complètement de m'être trompé. Vas nous montrer ce que tu veux inverser et pourquoi.
(*Laura se lève et va au tableau*).

251. Laura : Là... la flèche (*flèche portant le mot arête*).
252. P. : Est-ce que vous comprenez que je montre la ligne qui est là (*il désigne du doigt une arête du cube*).
253. E. : En fait, ce que vous avez dessiné en haut, c'est un côté, c'est toute la forme, Monsieur.
254. Justine : En fait, l'arête, c'est une ligne, c'est une droite.
255. (*Après une minute de silence, Philippe repasse en couleur un côté du rectangle et une arête du cube dessinés au tableau.*)
256. Damien : J'ai aucune chose de carré en relief, moi.
257. P. : Je repasse d'une autre couleur. Donc, qui est-ce qui a parlé de ligne ?
258. Justine : ...
259. P. : Est-ce que ça peut vous faire réagir maintenant ? Donovan, toi qui avais des difficultés tout à l'heure avec les polygone, est-ce que t'es mieux éclairé ou pas maintenant ?
260. Donovan : ... (*non de la tête*)
261. P. : Non.
262. Justine : Je sais pourquoi on l'appelle l'arête :
263. P. : Alors – Pourquoi tu veux qu' on l'appelle l'arête ?
264. Justine : C'est parce que par exemple les arêtes du poisson c'est souvent dur et un eu droit... enfin, ça dépend des fois mais... pis c'est dur aussi.
265. P. : Alors, arête de poisson c'est comme toute à l'heure avec arrête avec 2 « r » - On n'est plus dans un terme géométrique. Bastien ?
266. Bastien : Parce qu'il fallait bien lui donner un nom !
267. P. : Oui, peut-être. Ça correspond à quelque chose ce nom.
268. E. : Ah, c'est grec ?
269. Justine : Au début, j'avais pas compris, mais il a raison Loïc en fait.
270. P. : Il a raison pour quoi ?
271. Justine : Ben, au début on disait qu'il restait des points mais il a raison.
272. P. : Ah, toi tu parles des sommets (oui).
Toi, c'est ce que tu défends : quand on amène 2 j'sais pas quoi... 2 droites et qu'elles se rencontrent à un point donné. Quand on efface les droites, il reste le point... c'est possible.
273. Justine : Déjà je veux dire que je m'étais trompée en fait. Parce que quand il l'a mis au tableau, c'est vrai ne reste pas juste un sommet comme ça, quand on efface toutes les arêtes.
274. P. : D'accord.
275. Justine : Donc, on peut dire que les sommets c'est fait de plusieurs arêtes.
276. P. : Donc, est-ce que ça veut dire que tu acceptes aussi de changer ton idée sur la définition d'arête et de sommet ? Est-ce que tu accepterais de changer ?
277. Justine : Euh...
278. P. : David ?
279. David : Là, le côté, faudrait le mettre en bas et à droite sur le... (*David va au tableau*).

280. Clément : C'est bizarre parce que là... en fait ils sont pareils (le pavé et le rectangle dessinés au tableau).
281. P. : Attends, David.
Oui (*à Clément.*) viens voir.
(*Clément va au tableau et dessine un pavé comme celui déjà dessiné.*)
282. E. : Si on effaçait ça (*il efface les faces du pavé sauf celle qui se présente à nous de front.*)
Et ben, il resterait la même chose que ça (*il désigne le rectangle déjà dessiné au tableau*)
283. P. : D'accord.
284. Loïc : Oui, mais s'il efface les arêtes et doit toutes les effacer...
285. E. : Oui, mais c'est les autres arêtes.
286. Damien : Donc, si t'effaces les arêtes, il reste quoi là ?
287. Ensemble : Rien.
288. Ensemble : Si !
289. P. : Il reste pas un côté là ?
290. Damien : Il reste une figure plane.
291. P. : Il reste une figure plane, hein,... on est d'accord. Tu as effacé quoi alors, autour ?
292. E. : Les arêtes et des côtés.
293. P. :- Je suis complètement d'accord avec toi. Tu as effacé et des arêtes, et des côtés.
294. (*Clément, perplexe, va se rasseoir. David va au tableau.*)
295. David : Alors le côté il est là (*il montre une face du pavé perpendiculaire au plan du tableau*) et les arêtes c'est ça (*il désigne une arête*). Sur une même figure, c'est là, là, là...
(*Philippe montre le rectangle dessiné plus haut*)
296. P. : Pourquoi je n'ai pas mis « arête » là ?
297. David : Parce que c'est une figure plane
298. E. : Parce que vous vous êtes trompé
299. Damien : Parce ce que vous êtes pas allé à l'école longtemps (*rires*).
300. P. : David, tu peux répéter s'il te plaît ?
301. David : Pourquoi vous avez pas mis arête là ? Parce que ce qu'est une figure plane.
302. P. : D'accord. Et l'autre, si c'est pas une figure plane, c'est quoi ?
303. David : Un polygone !
... Ben, j'suis pas sûr.
304. P. : Christelle, tu as une idée sur tout ça ?
Merci, David.
(*David va se rasseoir.*)
Qu'est-ce que tu as compris ?
305. Christelle : On a fait un méli-mélo avec les côtés et les faces et maintenant je m'y retrouve plus...
306. P. : Exact. On a fait un méli-mélo avec côté-face, mais c'est pour une bonne raison. C'est que c'était pas clair. Loïc ?
307. Loïc : Alors moi, tout à l'heure, je m'étais trompé aussi. C'est que ici là (*il va au tableau*) sur la figure plane, il n'y a pas d'arête, c'est des droites

309. P. : Comment tu peux le prouver, ça ?
310. Loïc : Vous l'avez dit, M'sieur !
Ben, euh...
311. P. : C'est vrai que je l'ai dit ? Bon...
312. Loïc : Ben les arêtes, c'est...
Je crois qu'on avait appris quelque chose encore en CE2. C'est que dans les figures planes, y'a pas d'arêtes, c'est des droites, mais ici (*le solide*) c'est différent...
313. E. : Monsieur, vous pouvez nous donner la solution s'il vous plaît ?
314. P. : Sûrement pas...
315. Loïc : Je pense que la face c'est toujours le côté qu'il y a devant nous...
316. E. : On se regarde de face.
317. Loïc : Oui...
Par exemple, si on a un cube (*il en prend un*) ça ça va être la face (*il montre la face qui se présente devant lui*). Ça dépend comment je regarde aussi...
318. P. : D'accord (*Loïc va se rasseoir*).
Manon ?
319. Manon : Comme là il y a une figure plane et un solide. Ben là, je pense que dans le solide, on appelle les arêtes les bords et sur la figure plane, on appelle ça les côtés.
320. P. : Vous avez entendu ce qu'a dit Manon ?
(Manon répète.)
321. Christelle : Ce que j'ai compris, moi, c'est qu'une arête sépare les côtés.. et les côtés, c'est... je sais pas.
322. P. : Attends. C'est ce que tu as compris de ce qu'a dit Manon ou ce que tu penses avoir compris des arêtes et des polygones ? Et par rapport à ce qu'a dit Manon, s'il te plaît ?
(Manon répète.)
323. P. : C'est pas pareil mais, c'est la même ligne.
324. Alexis : En fait, la figure (*le rectangle*), c'est... c'est un carré, et celle d'en bas ça fait aussi un carré, oui un rectangle.
325. Laura : Un cube !
(Loïc va au tableau).
326. Loïc : Dans le carré y a des perpendiculaires et ces droites qui sont des perpendiculaires, ... c'est des droites.
327. P. : On appelle ça côté ou droite ?
328. Loïc : On les appelle droite.
329. P. : Et les côtés et faces ?
330. Loïc : La face c'est ça (*il montre le côté qui se présente de front*).
331. P. : C'est forcément ce que tu vois de face ?
332. Loïc : Oui. *(Manon va au tableau).*
333. Manon : Oui, mais là c'est pas la même chose.
334. Loïc : Ben, si.

335. Manon : Ben, non.
336. Ensemble : Si.
337. Manon : Ce ne sont que des faces.
338. Loïc : *Loïc prend le cube en carton et montre tous les côtés du cube sauf celui qui est devant lui.*
Ça c'est pas des faces
339. Manon : Et ça change de nom quand on la tourne !?
340. Loïc : Ben, oui.
341. P. : Pour résumer – Pour Manon (*ils vont se rasseoir*), Manon dit que n'importe quelle forme de ce solide devient une face à partir du moment où ce solide peut tourner et nous en peut tourner autour. Donc, finalement, elle garde le même nom pour chaque forme parce qu'elle trouve que ce n'est pas logique de changer de nom. Pour prouver ça, tu dis que si je fais tourner le solide, j'ai toujours une face devant moi.
342. Loïc : Ben, alors, c'est quoi les côtés ?
343. Manon : Y'en a pas dans un solide mais yen a dans les figures planes.
344. Loïc : Alors ça (*le solide*) c'est pas un polygone.
345. Manon : Ben, si.
346. Loïc : Polygone ça veut dire plusieurs côtés et là si t'as des faces, t'as pas de côtés.
347. Manon : Moi, je pense que les côtés c'est comme les arêtes en fait.
348. P. : Tout à l'heure, tu as dit que les côtés c'était sur les polygones et les figures planes, alors que lui, il pense que c'est sur les solides et...
349. Loïc : Et que sur les polygones.
350. P. : D'accord. Donc, on va être obligé de trancher un moment ou à un autre. C'est quelque chose de très intéressant qui vient d'être soulevé. C'est-à-dire qu'en fonction de l'endroit où on se place, est-ce que les choses changent de nom ou pas ?
351. On entend : Ben, oui !
(*Manon et Loïc discutent à leur place.*)
352. Manon : Sur le solide, ça ne change pas de nom !
353. (*Discussions parallèles*)
354. Damien : Ah si c'est ça j'ai compris ! (*il désigne le mur de la classe devant lui*). Tout ce mur là c'est comme une figure plane et là-bas (*il désigne le coin du mur*) c'est bien un côté.
355. P. : Si on prend le mur, effectivement, tu as une figure plane. Là, on est d'accord.
356. Ensemble : Ouais.
357. P. : Le concept de figure plane est établie.
(*Damien se lève.*)
358. Damien : Là, c'est un côté
359. On entend : C'est une arête !
360. Damien : Vous vous dites que y'a que ça, et ben là, c'est le côté droit de la figure plane.
361. Loïc : Ça veut dire que ça (*le rectangle dessiné au tableau*) c'est un polygone, ça !?
362. P. : Qui pense que cette figure est un polygone ? (*Manon, Donovan et Justine lèvent la main*).
Qui pense que ce solide est un polygone (*les autres et Manon lèvent la main*).

363. Ensemble : Manon !
364. Manon : C'est deux polygones.
365. Loïc : Ben pourtant, c'est pas pareil !
Je comprends pas, elle dit que là y'a pas de côtés.
366. On entend : Elle a peut-être raison aussi, hein...
367. Manon : Je dis que l'arête ça a la même fonction qu'un côté
(discussions éparses).
368. P. : Attendez *(il prend un cube en carton, auquel il manque une face).*
Regardez, quand je regarde de ce côté... non, pas de ce côté, oh le vocabulaire !
369. Alexis : La boîte, y'a une face là, une face là *(il montre les faces).*
370. On entend : Dessus c'est la face et là c'est les côtés.
371. P. : Et si tu le tournes ?
Quand vous regardez de ce côté *(il met la face manquante vers la classe et désigne un bord)* là c'est un côté *(puis il tourne le cube et désigne une arête)* et là c'est une arête.
372. Julie : C'est comme si c'était fermé ! Le maître veut qu'on fasse comme si c'était fermé !
- Damien : Pour qu'il y ait une arête il faut qu'il y ait 2... Là, c'est coupé, y'en a pas...
373. P. : Si je regarde cette face... cette figure plane en faisant abstraction de ce qui a derrière, y'a 4 côtés *(on entend : c'est un polygone !)* c'est un polygone. Damien dit que quand il assemble les 2 figures planes, les côtés deviennent une arête.
374. Christelle : Pourquoi un côté ne pourrait pas être une face ?
375. Loïc : Non, regarde, je te regarde comme ça, t'es de face ; si tu tournes, t'es pas de profil, t'es de côté.
376. Julie : Moi, j'suis pas d'accord avec Damien parce que c'est des arêtes même si y'a pas de côtés. Lui, il dit que c'est ouvert la boîte alors que c'est pas des arêtes mais un côté.
377. Damien : Ben, oui !
378. Damien : Ben, oui !
379. Julie : La boîte a un sommet, des arêtes, ça fait rien si c'est ouvert, c'est pareil.
380. P. : Si virtuellement on pense que c'est fermé.
381. Damien : Ben, y'a que des arêtes alors
382. P. : Je veux entendre Christelle.
383. Christelle : Ben si on prend une boîte blanche, on peut pas savoir si c'est des côtés ou des faces.
384. On entend : Oui, elle a raison !
385. P. : Il est vrai que, dans le langage courant, on confond côté et face mais géométriquement, ce n'est pas la même chose.
(...) En fait, chaque fois que je regarde un côté du solide, c'est une figure plane, on est d'accord ?
386. Loïc : Dans une figure plane, les arêtes c'est des côtés.
387. Damien : Ah oui, par exemple une feuille c'est une figure plane.
388. Manon : Moi, je pense qu'un solide, c'est fait de 6 figures planes, par exemple et si on les attache toutes, ça fait des arêtes. Et si on les détache, ça devient des côtés.
389. Loïc : Non, c'est un côté *(une face)*. Y'a toujours plus de côtés que de faces.
390. *(Damien va au tableau et prend la boîte.)*
391. Damien : Y'a 6 côtés et quand on détache tous les côtés ça devient ça *(il dessine un carré).*

(Il va se rasseoir et Philippe dessine un patron de cube au tableau.)

392. P. : D'après certains, quand je regarde ce cube, on a des figures planes à 4 côtés assemblés. D'après ce que j'ai compris, quand on assemble des figures planes, les côtés qui vont se superposer deviennent des arêtes, c'est ça ? Donc ici, je déplie ma boîte, j'ai des arêtes ou des côtés ?
393. Ensemble : Des arêtes !
Des côtés !
394. P. : Là, j'ai dessiné une figure plane ou un solide ?
395. Ensemble : Une figure plane.
396. Loïc : Ce sera plat mais dessiné !
397. P. : On va devoir arrêter.
Je n'avais pas du tout prévu ça aujourd'hui. On le fera le prochain cours.
On reviendra là-dessus pour élucider ce problème. Vous allez voir que vous avez tous raison sur une partie. On fait une synthèse de tout ce que vous avez dit.
On est reparti de la figure plane. Le problème, c'était la définition du polygone. Certains m'ont donné la définition selon laquelle c'est une figure délimitée par une ligne brisée fermée. Je vérifie sur mon dessin (le rectangle) c'est bien une figure fermée – différence avec une figure ouverte (*il dessine une figure ouverte*).
Une figure plane qui est différente d'une figure fermée avec des lignes courbes.
J'ai plusieurs côtés. Comme disait Quentin Poly = plusieurs, gone = côté.
398. On entend : C'est pas des arêtes, hein !
399. P. : On a encore un petit souci à régler avec ça.
400. Loïc : Moi, la discussion ça m'a permis de comprendre ce que c'était.
401. Manon : Ouais, moi aussi.
402. P. : Je pense que c'est pas encore tout à fait clair.
Je vais vous expliquer pourquoi. Tout d'abord, David dit « j'ai une face au-dessus et j'ai 4 côtés ». On a donc encore une distinction à faire entre les notions géométriques et le vocabulaire qu'on emploie tous les jours. Donc, on a des figures planes et en 3 dimensions comme vous le dites, il y a des solides et effectivement, il y a des lignes qui changent de noms parce qu'on ne les voit pas pareil et en plus, elles sont reliées à d'autres figures planes.
Donc,, ce que l'on peut retenir aujourd'hui, c'est que dans un solide... qui est composé de quoi alors, Loïc ?
403. Loïc : D'arêtes, de côtés, de figures planes.
404. P. : Oui, c'est ce que j'attendais : de figures planes.
Les côtés des figures planes quand elles sont assemblées deviennent ...
405. Ensemble : Des arêtes.
406. P. : Alors, les notions côtés et faces, on y reviendra la semaine prochaine...
407. Tout ça, c'est pour vous montrer que, des fois, on a des croyances....
En mathématiques, il faut toujours prouver ce qu'on dit.

ANNEXE 7, TRANSCRIPTION DE LA SÉANCE 3

Les tables sont rassemblées deux par deux dans la classe, formant des groupes de quatre élèves qui se font face.

1. P : Qu'est-ce que l'on avait fait lors du dernier atelier ? Oui, vas-y ...
2. E : Ben, on essayait de chercher la différence entre les côtés et les faces.
3. P : Oui, et puis ?
4. Alexis : On faisait des débats ...
5. P : Manon, ...
6. Manon : On faisait des figures planes aussi pour voir si c'était des polygones ou pas.
7. P : D'accord, Loïc ?
8. Loïc : On avait vu que, dans les figures planes, il y avait des côtés mais on n'a toujours pas de preuve. On avait fait un débat sur les figures, les solides et les deux.
9. P : Qu'est-ce qui te manque à toi ?
10. Loïc : Ben, les preuves.
11. P : Les preuves. Bastien ?
12. Bastien : Non.
13. P : Bon. (*P dessine un rectangle au milieu du tableau.*)
Qu'est-ce que c'est que ça ?

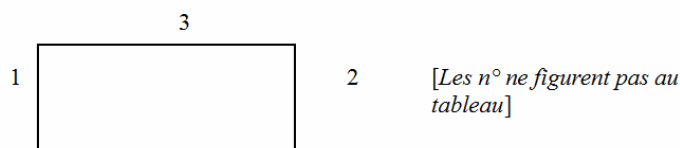
[*Les élèves lèvent la main.*]

14. E : C'est un rectangle.
15. P : Oui. Comment on peut l'appeler encore ?
16. E : Une figure plane.
17. P : Une figure plane. Pauline ?
18. Pauline : Un solide.
19. P : Est-ce que c'est un solide ?
20. Loïc : Non, c'est une figure plane ... Y'a des côtés.
21. P : Y'a des côtés. Est-ce que Gwendoline, tu peux me montrer les côtés s'il te plaît ?
Tu peux même les repasser en une autre couleur.

[*Gwendoline se lève, va au tableau et prend une craie.*]

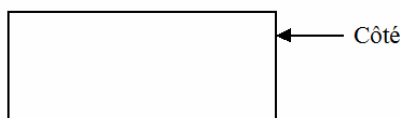
22. P : Montre-nous déjà un côté.

[*Gwendoline repasse un côté du rectangle avec la craie de couleur.*]



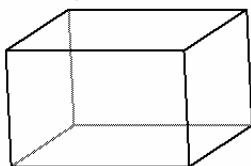
23. P : Oui. Je peux repasser ?
[*P prend la craie et repasse sur ce côté en appuyant davantage.*]
24. P : Et dis-moi, celui-là (*il désigne le côté 2*), c'est un côté aussi ?
25. Gwendoline : Oui.
26. P : Donc, en fait, j'ai combien de côtés ?
27. Gwendoline : 4.
28. P : D'accord. [*Gwendoline retourne à sa place.*]
Et, Christelle, est-ce que c'est un polygone ?
29. Christelle : Non.
30. P : Qui est-ce qui n'est pas d'accord avec elle ?
[*Seul Loïc et Manon lèvent la main.*]
Donc, tout le monde est d'accord sauf Loïc et Manon.
Quentin, t'en penses quoi ? On se réveille. C'était quoi la question ?
31. Quentin : Si, j'étais d'accord.
32. P : Par rapport à quoi ? Utilise des termes précis.
Thomas, c'était quoi la question ?
33. Thomas : Si c'était une forme polygonale.
34. P : D'accord. Sandrine, tu penses quoi
35. Sandrine : Ça peut être un polygone.
36. P : « Ça peut être » ou est-ce que tu es sûre que c'est un polygone ?
37. Sandrine : Ça peut être, je pense.
38. P : Qui se rappelle de la définition du polygone ?
[*Quelques élèves lèvent la main.*]

39. Justine : C'est ... un polygone, c'est une forme qui a des sommets, des côtés ... et puis ça peut être plat ... enfin, ça peut être de face ou en relief.
40. P : Quentin, tu continues ?
41. Quentin : Ben, ça a plusieurs côtés.
42. P : Oui, pourquoi ça vient de « plusieurs côtés » ?
43. Quentin : Poly.
44. P : Poly – plusieurs, oui.
Alexis, tu veux dire quelque chose !
45. Alexis : Là, y'a plusieurs côtés !
46. P : Oui. Damien ?
47. Damien : Ben, si Justine elle a dit qu'il devait y avoir des sommets. Ben, là (*il désigne le rectangle au tableau*), je crois pas que ç'en est un parce que pour qu'il y ait des sommets, il faut trois arêtes qui se rencontrent.
48. P : Toi, tu crois qu'il faut trois arêtes pour faire un sommet. Bastien, à ton avis ?
49. Bastien : Moi, je pense que c'est une figure qui a plusieurs côtés et sommets et ... euh ...
50. P : Est-ce qu'est un polygone ou pas ?
51. Bastien : Ça ? [Il montre le rectangle au tableau.]
52. P : Oui.
53. Bastien : Ouais, parce qu'il y a plusieurs côtés.
54. P : Je rappelle la définition du polygone : un polygone, c'est une figure géométrique plane, donc à deux dimensions : longueur et largeur (il montre sur le rectangle au tableau), qui est composée d'une ligne brisée et fermée. D'accord ? (il suit le contour du rectangle), donc la figure est fermée. Ce sont des lignes brisées.
55. Loïc : Monsieur ?
56. P : Oui ...
57. Loïc : Vous avez dit la réponse.
58. P : Oui, c'est fait exprès. J'ai dit que je disais ce que c'était.
59. Loïc : Oui, mais vous avez dit qu'un polygone, c'était une figure plane.
60. P : Oui.
61. Loïc : Donc, la figure en 3 dimensions, c'est pas un polygone.
62. P : Non.
63. Damien : C'est ce qu'on avait dit à l'autre séance.
- 64a. P : Donc, ici on a une figure plane, avec 4 côtés pour celle-ci. Cette figure plane est fermée, donc c'est un polygone. D'accord ?
- 64b
Je vous dessine autre chose.
[P dessine sous le premier rectangle deux rectangles identiques.] Alexis, qu'est-ce que j'ai là ? Normalement, elles devraient être de même grosseur.
65. Alexis : Ben, ce sont deux figures planes.
66. P : Deux figures planes. D'accord. Tout le monde est d'accord ?
67. Ensemble : Oui.
68. P : Est-ce que ce sont deux polygones ? (on entend des « oui » et des « non »)
Donovan ?
69. Donovan : (Silence.)
70. P : Est-ce que tu penses que j'ai ici un polygone et ici un polygone ?
71. Donovan : (Silence.) ... Oui.
72. P : Est-ce que c'est confus encore pour toi le polygone, la définition du polygone ?
73. Donovan : Non, mais c'en est un.
74. P : C'en est. Tu en es sûr ?
75. Donovan : Oui.
76. P : Maintenant, je veux assembler ces 2 polygones pour former un solide. Loïc ?
77. Loïc : Il faut ... en fait, c'est comme si on voyait au travers ...
78. P : Je vais vous faire le dessin (*il efface les rectangles et dessine :*)
un polygone

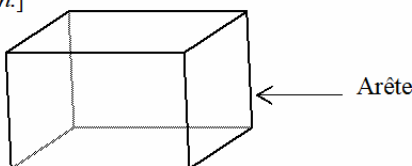


une figure plane

79. P : Voilà, on sait qu'il y a 4 côtés. On sait qu'on peut appeler rectangle, comment nous a dit Donovan, et on sait qu'il y a beaucoup d'autres noms, comme un quadrilatère ... Oui ?
80. Loïc : Pour la figure des solides, il faut faire comme si on regardait en haut et qu'on voyait à travers.
81. Damien : Comme sur le cahier de math ...
82. Loïc : Non, comme si on voyait à travers ...
83. P : D'accord, je vais le dessiner (*il dessine au tableau un pavé en perspective cavalière*)

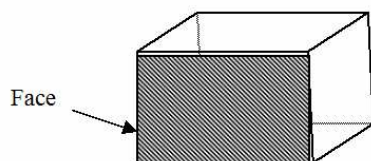


84. P : Donc, voici un solide, par rapport à tout à l'heure, j'ai assemblé deux figures planes ... et puis d'autres aussi. Et bien, dans un solide, les figures planes vont changer de nom, elles vont s'appeler ...
85. E : Des faces !
86. P : Oui, très bien, des faces. Il y a une autre partie qui va aussi changer de nom. Dans les figures planes, j'ai des côtés (il montre les côtés du rectangle dessiné au tableau). Dès que j'assemble les figures planes et que les côtés vont se confondre, se superposer, ils vont devenir ...
87. Ensemble : des arêtes !
[P complète son dessin.]



88. P : Dans un solide, tous les côtés des figures planes changent de nom et deviennent des arêtes. (*Silence.*) (10'21)
89. P : J'avais une petite boîte la semaine dernière ... (*il saisit un cube en carton.*)
90. Alexis : Oui, mais il y a aussi des côtés !
91. P : Oui, vas-y. [*L'élève se lève et saisit le cube.*]
92. Alexis : Y'a aussi ces côtés là ! (*Il désigne les faces du cube.*)
93. P : C'est-à-dire ?
94. Alexis : Là, il y a les côtés (*il montre les faces latérales*) et là, il y a les faces (*il désigne les faces situées au-dessus et en dessous*).
95. P : D'accord, alors pour Alexis – et pour la majorité d'entre vous, je pense – si vous regardez le solide et que je cache tout ce qu'il y a autour et derrière, vous voyez quoi ? (*Il manipule le cube simultanément.*)
96. Ensemble : Une face !
97. P : Une face, d'accord.
Et si je l'enlève du solide et que je vous le montre comme ça, ça deviendra ...
98. Ensemble : Une figure plane !
99. P : Une figure plane, on est d'accord. Alors, dans le solide, elle devient une face. Mais on ne parle pas de côté pour ne pas faire de confusion.
100. Damien : Ce sont toutes des faces :
101. P : Ce sont toutes des faces. A partir du moment où on tourne le solide, qu'on le regarde de dessus, de dessous, ce sont toutes des faces. D'accord ?
Le côté n'est utilisé, en géométrie – je précise – que pour les figures planes. Dès que c'est un solide, ça devient des arêtes.
102. Damien : Alors, quand on dit que ça [le mur de la classe] c'est une figure plane, alors ça [l'angle du mur] c'est un côté.
103. P : C'est un côté si on ne le prend ... comment dire ... que sur 2 dimensions. Dès qu'on ajoute une troisième dimension – il y en a la semaine dernière qui parlaient de vision en 3D ou en relief – dès qu'on ajoute une 3^{ème} dimension – la profondeur – on a affaire à un solide et certaines parties changent de nom.
104. Damien : Alors, il faut pas dire d'aller au coin, il faut dire d'aller au côté !

- 105a. P : (Rires.) Le mot « face », le mot « côté » sont des mots qui peuvent changer de signification en fonction de la matière dans laquelle on les emploie. Donc, à retenir : dès qu'on a un solide, on a plusieurs faces. Les arêtes retiennent les faces entre elles.
- 105b Un autre terme aussi. Lorsqu'un solide est posé sur quelque chose, la face que l'on ne voit pas (il pose le cube en carton sur une table) s'appelle la base. (Silence.)
- 105c Voilà, la discipline c'est les mathématiques, la géométrie. Si on utilise face ou côté en production d'écrit par exemple, on pourra l'utiliser pour autre chose : montre-moi ta face, ne perds pas la face, mets-toi de côté, passe de l'autre côté. D'ailleurs, on verra un travail de production d'écrit justement par rapport à ces mots qui sont utilisés dans plusieurs contextes, dans plusieurs disciplines.
(Loïc lève la main.)
106. P : Oui ?
107. Loïc : Y'a un truc qui est différent aussi, si on regarde, si on emploie les termes géométriques, là c'est de face et puis là c'est de côté.
108. P : De profil !
Est-ce que tu peux employer les termes géométriques pour une personne ?
109. Damien : Euh ... ta tête c'est un cube ...
110. P : Sophie, tu peux récapituler un peu ce que l'on a dit ? Viens au tableau, si tu veux, pour expliquer. (Sophie se lève et va au tableau.)
111. Sophie : Alors, quand on a une figure plane, on a des côtés.
112. P : Tu peux montrer précisément, s'il te plaît ? (Sophie repasse les côtés avec une craie de couleur.)
113. P : Oui. J'ai marqué le polygone en haut, tu peux préciser ?
114. Sophie : Alors, quand on a une figure plane, enfin un polygone (hésitation).
115. P : Qu'est-ce que c'est qu'un polygone ?
116. Sophie : Ben, un polygone, c'est quand on a plusieurs côtés. Pour moi, c'est ça.
117. P : Donc, un polygone, c'est une figure à plusieurs côtés. Il faut rajouter quelque chose quand même. Oui ?
118. E : On a une ligne fermée.
119. P : Pour que ça soit un polygone, on a une figure fermée.
120. Sophie : Et quand on passe en 3D, ça change de nom. C'est plus des côtés, c'est des arêtes.
121. Damien : Monsieur, c'est pas des lignes fermées, c'est des lignes brisées.
122. P : Brisées et fermées, oui.
Donc ... Comment ça s'appelle, tout ça ? (Il désigne le pavé.)
123. E : Un cube.
124. P : Non, ce n'est pas un cube.
125. E : Une forme en 3 dimensions.
126. E : Un solide.
127. P : Oui, un solide. (Il écrit solide au-dessus du pavé.)
Bien, je te laisse continuer.
128. Sophie : Quand ça change de forme, c'est un solide, ça change souvent de nom. Quand c'est un solide, ça s'appelle les arêtes ; quand c'est un polygone, ça s'appelle les côtés.
129. Damien : Monsieur !
130. P : Oui ?
131. Damien : Ça ressemble à un fromage qui s'appelle le Chaumier !
132. P : (Rires.) Pauline, tu viens nous hachurer une face, s'il te plaît !
[Pauline va au tableau – Sophie retourne à sa place] avec des hachures ...
[Pauline hachure une des faces du pavé. P complète la légende.]



133. P : Vous avez bien enregistré ?
134. Ensemble : Oui.
135. P : Parfait. (Il efface le tableau.)
136. E : Contrôle ! (19')
(P distribue une fiche 3 aux élèves.)

137. P : Bien. Qu'est-ce que j'attends de vous sur cette fiche ? C'est que vous puissiez retranscrire tout ce que l'on vient de voir, aujourd'hui et la semaine dernière. Aujourd'hui, c'était plus pour apporter des réponses après les discussions de la semaine dernière.
(Les élèves lisent la fiche 3):
138. E : Monsieur, on peut le faire à deux ?
139. P : Oui. On se donne 10' pour remplir cette fiche. On va procéder par étapes. Ecrivez au crayon à papier si vous avez peur de faire des erreurs.
- (23')
140. P : Est-ce que c'est terminé pour la première question ?
Quentin ?
On répond.
141. Quentin : Voici une forme plane.
142. P : Oui, alors.
143. E : Figure plane.
144. P : Voici une figure plane (P écrit au tableau). Qui avait trouvé ? (Personne ne répond.)
Qui est un ...
145. Quentin : Polygone (P écrit.)
146. P : Parce qu'elle est composée ...
147. E : De plusieurs côtés.
148. Damien : Et d'une ligne brisée fermée.
(P écrit.)
149. P : On ne parle pas de sommet ici.
150. E : Et de faces !
151. P : Non, il n'y a pas de face. Voilà, ensuite, ... Donovan !
152. Donovan : Cette forme géométrique a 4 ...
153. P : 4 quoi ?
154. E : Arêtes ?
155. P : Non, on ne peut pas dire arête !
156. E : Côtés !
157. P : Oui, côtés 'il écrit au tableau).
Donc, c'est un quadrilatère, pour Damien qui a posé la question tout à l'heure.
Deuxième exercice.
158. E : Monsieur, vous demandez à chaque fois les mêmes questions.
159. P : C'est pour être bien sûr que tout le monde le sait (les élèves remplissent la fiche – discussions éparées) (32').
Deuxième exercice.
160. E : Voici 2 polygones que je vais assembler pour former un solide.
161. P : Oui. Qu'est-ce qu'on peut employer comme autre mot ?
162. E : Figure plane.
163. P : Oui, soit polygone, soit figure plane.
164. E : Moi, j'ai mis formes géométriques aussi.
165. P : Alors, j'aimerais que ce soit un peu plus précis. Soit polygones, soit figures planes. J'attendais figures planes mais polygones ça fonctionne aussi. (Il écrit au tableau, avec « figures planes polygonales ».)
Troisième exercice. Sophie ?
166. Sophie : Voici un solide. Les côtés ont changé de nom.
167. P : Non, il y a « elles » derrière.
168. Sophie : Les lignes brisées.
169. P : Moi, quand j'ai écrit le texte, je pensais à figures planes ...
170. E : Ben, oui !
171. P : Alors, les figures planes ont changé de nom, elles s'appellent maintenant les faces.
Les côtés sont devenus des arêtes. Voilà. Après, j'ai le schéma (il reproduit le dessin au tableau, les élèves terminent de copier).
172. E : Je sais ce que c'est après :
173. P : Alors, vas-y !
174. E : Cette partie que l'on ne voit pas, sur laquelle repose le solide s'appelle la base.
175. P : D'accord (il répète et copie au tableau).
Et enfin, dernière phrase ... qui nous montre que, quand je pense à quelque chose, ce n'est pas forcément ce à quoi vous pensez. Ce qui est logique Laura !
176. Laura : Colorie une arête visible.

177. P : Oui, ou ça peut-être « Colorie une face visible ». Pour lever les ambiguïtés, on va le marquer dessous. Si vous avez marqué « Colorie une face visible », en dessous vous marquez « Colorie une arête visible ».

178. E : On le fait ?

179. P : Oui, on colorie une arête et une face.

[Les élèves colorient – discussions éparses.] (3')

(43')

180. P : Bien. Vous prenez vos cahiers de maths, s'il vous plaît. On va faire un petit exercice.

(P distribue la fiche 3 sur laquelle les élèves découvrent la grille suivante à remplir ☺)

Solide	Nbre de faces	Faces polygonales				Faces non polygonales	
		Carré	rectangle	triangle	autre	disque	autre
a							

Alors, il faut qu'on reprenne tout ça dans le cahier. Vous reprenez cette fiche (fiche 2) où les solides ont des lettres minuscules. Ça devrait être collé normalement.

Bon. Alors, on a des solides dessinés, repérés par des lettres minuscules. On les a déjà comparés avec d'autres solides. Maintenant, qu'est-ce que je vous demande de faire ? (Silence - les élèves lèvent la main.)

Gwendoline, à ton avis, qu'est-ce que je te demande de faire ?

181. G. : Ben, il va falloir compter les faces.

182. P : Oui

183. G. : Savoir si c'est un carré, un rectangle ou un triangle ou un autre polygone, ou y'a des faces qui ne sont pas des polygones. Par contre, y'a un mot que j'ai pas compris. C'est « disque ».

184. P : Alors, disque. Est-ce que quelqu'un peut expliquer, dans les faces qui ne sont pas des polygones, le mot disque. Sophie ?

185. Sophie : C'est un rond ... dans le rond. C'est le milieu je crois ... enfin, c'est un cercle avec un milieu, enfin ... je sais plus ce que c'est.

186. Manon : C'est un cercle.

187. P : Un disque, c'est un cercle ... la preuve ... les disques que l'on achète, les compact disques.

188. E : Un disque vinyle.

189. P : Oui.

190. Loïc : Monsieur, ben en fait, on sait que ce ne sont pas des figures planes, mais on sait que ce sont des solides.

191. P : On sait que ce sont des solides.

192. Loïc : Et on sait que les solides sont des « heum - heum ».

193. P : Ben ... dis ta réponse si tu crois que c'est une réponse ...

Les solides ne sont pas des polygones, mais est-ce que ce qui a remplacé les figures planes ... ça s'appelle comment déjà ?

194. E : Les faces.

195. P : Les faces, est-ce qu'elles peuvent être polygonales ?

196. Damien : Mais c'est quoi, son « heum - heum » ?

197. Loïc : Ben, c'est la réponse !

198. Bastien : Monsieur, on comprend rien quand il dit « heum - heum » !

199. P : Il a parlé de polygone et de figure plane. Donc, en fait, il y a des solides qui ont des faces qui sont des polygones et des solides qui ont des faces qui ne sont pas des polygones.

200. Loïc : Ah donc, en fait, on ne prend en compte que ça ... Par exemple, je prends ça, le cube.

201. P : Oui.

202. Loïc : On a la face du haut et je vais dire que c'est une figure plane ...

203. P : Qu'est-ce que tu dois chercher ?

204. E : Le nombre de faces.

205. E : Si c'est un carré, un rectangle.

206. P : Par exemple, le solide a. Alors, le solide a

207. E : Y'a 6 faces.

208. Manon : Et c'est un rectangle.

209. P : Et les polygones qui ont été utilisés ici, elles ont des formes de rectangles.

- Ce sont des rectangles.
210. Bastien : Carré et cube c'est la même chose.
211. P : Ah non, ce n'est pas la même chose. Un cube, c'est un solide. Un carré
212. Bastien : C'est une figure plane.
213. P : On fait le b ensemble, par exemple. Alors, dans le b, il y a combien de faces ? (Les élèves lèvent la main.)
214. E : 5 faces.
215. P : 5 faces. Est-ce que ce sont toutes des faces polygonales ?
216. Ensemble : Oui.
217. P : Oui. Qu'est-ce que tu observes comme figures, comme formes ?
218. E : Des triangles et des rectangles.
219. P : Il y a 2 triangles et 3 rectangles, donc on peut mettre une croix ... ou à la limite une croix dans « rectangle » et marquer 3 entre parenthèses et une croix dans « triangle » et marquer 2 entre parenthèses ...
220. E : Maintenant, on termine tout seul, monsieur !
221. P : Et bien, continuez.
[Les élèves travaillent, P passe entre les tables et en guide quelques-uns.] (54' → 1'04)
222. Christelle : Monsieur, c'est quoi la face pour une boule ? (Elle manipule une sphère en plastique.)
223. P : Ah. On va voir ça avec tout le monde. Je te l'emprunte deux secondes ?
Bien. Un problème est posé par Christelle et Sandrine. Combien y a-t-il de faces sur cette sphère ?
224. E : Une.
225. E : Aucune.
226. E : Y'a deux disques.
227. Damien : Si on la déplie, monsieur, ça fait une face.
228. P : Toi, tu passes par le dépliage pour trouver le nombre de faces ?
229. Damien : Oui.
230. P : Qu'est-ce que tu entends par dépliage ?
231. Damien : Comme, par exemple, un carré quand tu le déplies, tu le désassembles ...
232. E : C'est un patron !
233. P : Ça s'appelle comment, ça ?
234. E : Un patron.
235. P : Un patron, oui. En fait, tu fais un patron pour voir après le nombre de faces.
236. Bastien : Je pense qu'il n'y a qu'une face parce que si on le déplie, on ne peut pas le découper en plusieurs morceaux ... Y'a pas d'arête.
237. P : Il n'y a pas d'arête.
238. Damien : Oui, mais si on l'aplatit ...
239. P : Donc toi, tu es adepte du dépliage. Je trouve que c'est une bonne idée.
240. E : Oui, mais on peut pas déplier.
241. P : Tu imagines le dépliage. Pour l'instant, on ne le fait pas. Si on déplie, on obtient un patron. Le patron nous sert à construire un solide. Je n'ai pas encore la réponse ... Il y a combien de faces, ici ?
242. E : Une.
243. P : Une. Il y a une face.
244. Damien : Monsieur, s'ils ne savent pas où le mettre, ils ont qu'à le mettre dans « il y a des faces qui ne sont pas des polygones » et dans « autre ».
245. P : Pourquoi ce ne sont pas des polygones ?
246. Loïc : Ben, déjà, la face comme vous avez dit tout à l'heure, ça ne va pas sur les figures planes et un polygone, c'est une figure plane.
247. P : Je pourrais très bien, en le dépliant, en faire une figure plane.
248. Loïc : Oui, mais là, c'est pas une figure plane.
249. P : Pour l'instant, non ... d'accord.
Alors, pourquoi, si je la déplie, ce n'est pas un polygone ?
250. Manon : Ben, parce qu'il n'y a pas de côté ... Ça va faire un rond.
251. P : Parce qu'il n'y a pas de côté. Allez, on corrige. (1h10')
Alors, pour le b, Damien, on commence.
252. Damien : On l'a fait ensemble. On a dit qu'il y a 5 faces, y'a 3 rectangles et y'a 2 triangles.
253. P : Bastien, le c.
254. Bastien : Alors, y'a 8 faces, y'a 6 rectangles et 2 autres polygones.
255. P : D'accord, Thomas.

256. Thomas : Le d? Y'a 3 faces, 2 disques et une « autre ».
(Correction orale rapide.)
257. P : Qui n'a pas trouvé 3 faces au d ?
(Sophie lève la main.)
258. P : Tu en avais mis combien ?
259. Sophie : Deux.
260. P : Lorsque tu déplies le cylindre ... tu obtiens quoi ? (Il enroule un rectangle en papier et le déplie.)
261. Sophie : Un rectangle.
262. P : Oui, un rectangle.
David, à toi.
263. David : Nombre de faces : 6. Y'a un carré.
264. E : 6 !
265. David : Oui, j'ai mis juste une croix dans « carré ».
266. P : Ah oui ... donc, il y a 6 carrés. Comment il s'appelle, ce volume ?
267. Ensemble : Un cube !
268. P : D'accord. Et le a, est-ce que vous savez comment il s'appelle ?
269. Loïc : Un pavé.
270. P : Un pavé, oui.
271. David : J'y vais ?
272. P : Vas-y.
273. David : Alors, il y a 2 faces, un disque et un « autre ».
274. P : Oui. Tu sais comment il s'appelle, celui-là ?
275. Damien : Un cône !
276. P : Un cône, oui.
Clément, à toi.
277. Clément : Dans le G, y'a 7 faces, 2 carrés.
278. P : Est-ce que tout le monde est d'accord ?
279. E : Non !
280. E : Y'en a 3!
281. E : 5!
282. Damien : Moi, j'en mets 2 parce qu'y en a 2 au fond, mais c'est ...
283. Manon : C'est des rectangles !
284. P : Ceux que l'on ne voit pas sont des rectangles effectivement. Il y a 2 rectangles, 3 carrés visibles et 2 autres polygones.
285. P : Pour le h, Pauline.
286. Pauline : 5 faces, 1 carré et 4 triangles.
287. P : D'accord. Christelle, le dernier. Est-ce que tu connais le nom géométrique de cet objet ?
(Silence.)
C'est une sphère.
288. Christelle : Une seule face.
289. P : Bien. Vous mettez votre nom sur cette fiche et je ramasse. On arrêtera là pour la géométrie.

ANNEXE 8, TRANSCRIPTION DE LA PRÉPARATION AUX ÉCHANGES VERS LA CLASSE DE CE

Devant l'ampleur du corpus recueilli et notre impossibilité, faute de temps, d'analyser l'intégralité du corpus, nous choisissons de ne prendre en considération que la préparation aux échanges destinés à la classe de cycle 2 de l'école (CE1, CE2). La transcription suivante correspond à la fin de la séance 5 de l'Atelier consacrée à la préparation des échanges. Cette séance sera suivie d'une seconde séance de préparation aux échanges permettant aux élèves de mettre en forme leurs propositions. La transcription de cette seconde séance de préparation en figure pas dans cette thèse.

1. P : Bon, on va laisser les grandes sections – CP pour l'instant et on va passer aux CE1 – CE2. *(Il trace une nouvelle colonne au tableau)*
2. Sophie : Monsieur, pour les CE1 – CE2, on commence par "est – ce que vous savez ce qu'est un solide ?"
3. P : Qui est en CE1 – CE2 ? *(Sophie, Christelle et Pauline lèvent la main) ;*
D'accord, Vous pensez partir comme pour les CP ?
4. Sophie : Non, non
5. P : Bien, Sophie tu peux redire s'il te plaît ?
6. Sophie : Alors, "savez-vous qu'est-ce-que c'est qu'un solide ?", si ils savent on les laisse parler...
7. P : On laisse comme ça et on rentre chez nous *(rire)*
8. Sophie : Non, on peut rectifier la réponse, à moins que ce soit la réponse parfaite. Après, on leur fait passer des solides et après on leur demande si c'est des solides ou pas. Puisqu'on leur a donné la réponse...
9. P : Alors tu vérifies quoi ?
10. Sophie : Si ils ont écouté... Si celui qui a dit ce qu'était un solide, si il sait vraiment à quoi ça ressemble.
11. P : Alors, on part sur "Qu'est-ce qu'un solide ?". *(il l'écrit au tableau)*, ensuite ? Soit il y a la réponse, soit il n'y a pas de réponse *(il écrit les deux cas au tableau)*. Ensuite ? Pauline ?
12. Pauline : On peut...
13. P : Attend, excuse-moi, tu as dit d'abord vérification en faisant passer des solides pour voir quoi ?
14. Sophie : Pour voir si ils savent vraiment ce qu'est qu'un solide.
15. P : Oui mais si tu ne leur passe que des solides...
16. Sophie : Oui mais on ne va pas leur passer que des solides.
17. E : Les figures planes, il faudra faire des dessins.
(P écrit au tableau : Vérification en montrant des objets)
18. P : Donc on va faire une vérification en montrant des objets. Est-ce que dans ces objets tu vas mettre un pot de colle ? Est-ce que tu mettrais ce dé par exemple ?
19. E : Ou une chaussure
20. P : ...ou une chaussure, ou des figures planes... ?
21. Sophie : Faudrait plutôt mettre des formes géométriques parce qu'une chaussure c'est pas vraiment...
22. P : D'accord. Gwendoline ?
23. Gwendoline : On peut recopier ce qu'il y a au tableau ?
24. P : Non, pas tout de suite. Pauline ?
25. Pauline : On pourrait mettre une balle de tennis dans les objets. Et puis aussi, pour la définition du solide, dans le dictionnaire c'est un polyèdre, et on pourrait faire un mots-mêlés ou un mots-croisés pour après savoir comment s'appelle vraiment les solides.
26. P : Mais ce n'est pas vraiment de la géométrie là, si ?
27. Pauline : Ben si, mais c'est un jeu. Un mots-mêlés ou un mots-croisés pour leur dire...
28. P : Oui mais est-ce que, quand tu fais ce jeu, tu as une réflexion géométrique sur l'objet ?
29. Pauline : C'est un peu pour les aider, pour trouver la définition.
30. P : Oui mais le fait de trouver des mots-mêlés, est-ce que ça peut les aider à trouver la définition ? à comprendre la définition ?
31. Damien : Je crois pas moi.
32. Pauline : Non mais en fait, ils vont dire la définition mais ils vont pas dire polyèdre.
33. P : Oui là je suis d'accord
34. E : Ben peut-être que si, on sait pas.
35. Pauline : Peut-être que oui mais peut-être pas, alors pour les aider on met des questions, à la fin ou là, et puis après il reste au milieu des lettres et puis il faudra...
(P marque "jeux" dans un coin du tableau)
36. P : D'accord. Damien ?
37. Damien : Oui, je voulais dire, comme question on peut mettre "de quoi est composé le solide ?"
38. P : Euh. Reformule-le autrement. Oui ?

39. Thomas : Monsieur, on leur met deux figures et après on met un peu de colle là et on va voir si ils disent si c'est une figure ou un truc...pas une figure.
40. P : Précise. Qu'est-ce que tu veux leur faire découvrir ?
41. Thomas : Qu'ils nous disent où sont les figures.
42. P : Figure, ça peut ramener à figure plane.
43. Thomas : Des objets qui ne sont pas géométriques.
44. P : D'accord donc des objets qui sont géométriques et des objets qui ne sont pas géométriques. (Il écrit au tableau *objets géométriques et objets non géométriques*)
Damien, c'est "qu'est-ce qui compose le solide ?", c'est ça ?
45. Damien : Oui. De quoi est composé le solide ? (P. l'écrit au tableau)
46. P. : Sophie ?
47. Sophie : Il faudrait faire un questionnaire à la fin, comme on fait nous, pour voir s'ils ont bien compris. On leur met des questions. Par exemple on dessine une forme...Enfin un questionnaire.
48. P : Un questionnaire.
Donc on part sur la question "qu'est-ce qu'un solide" (*il relit ce qu'il a écrit au tableau*) ensuite on a une réponse ou on n'en a pas et puis vous allez vérifier en montrant des objets géométriques et non géométriques s'ils ont bien compris ce qu'est un solide. C'est bien ça ?
49. Sophie : Oui
50. P : Après, "de quoi le solide est-il composé ?". Vous attendez quoi là ?
51. Damien : Ben...de plusieurs faces et d'arêtes et des sommets.
52. P : D'accord. Ensuite, "est-ce que le solide est obligatoirement un objet géométrique ?" Vous attendez-quoi là ?
- Damien : Ben oui ou non.
- P : Christelle, tu attends quoi dans ta proposition ?
- Christelle : Ben qu'ils répondent non...enfin oui ou non parce que un pot de colle c'est pas un objet géométrique mais c'est un solide.
- P : Par exemple, je propose le cas d'une église (*il fait au dessin au tableau*)
- E : C'est un rectangle avec un triangle par dessus.
- P : C'est un objet géométrique ou pas ?
- E : Ben oui
- P : Mais si je dessine une église un petit peu différemment, avec des arcs-boutants gothiques...
Si je prends une trousse, est-ce que c'est un objet géométrique ?
- E : Oui
- E : Non
- E : Monsieur, c'est un cylindre.
- P : Oui c'est un cylindre effectivement. Si je prends un radiateur.
- E : Ben oui, c'est un rectangle.
- P : Un pavé. Vous voyez comme vous avez de la difficulté encore avec les termes.
Si je prends un pot de colle, Quentin ?
- Quentin : J'allais dire non mais Bastien vient d'inventer les arêtes rondes alors...
- P : Je suis désolé pour toi Bastien mais...(rire) C'est une bonne question quand même. Je suis bien content que tu aies posé cette question parce que...
- E : C'est comme la trousse, c'est un cylindre.
- P : Pourquoi dans un cylindre on aurait pas des arêtes rondes ? Bien, est-ce qu'une chaussure c'est un objet géométrique ?
Pour dire que quelque fois, il y a des objets géométriques...et un objet géométrique peut comprendre plusieurs objets. Pour l'église, il y a ...
- E : Un pavé
- E : Un cube
- E : Un carré
- P : On parle de solides
- E : Oui mais là c'est une figure plane.
- P : Oui, je te demande de faire abstraction, d'imaginer. Donc des objets de la vie courante peuvent être composés de plusieurs objets géométriques.
Damien ?
- Damien : Non mais ça dépend.
- P : Tu ne peux pas rester dans le vague comme ça. Est-ce qu'on peut dire que tout solide est un objet géométrique ? Quentin ?
- Quentin : Ben pour moi oui.
- P : Pour toi oui. Est-ce qu'il y en a qui ne sont pas d'accord ?
- Damien : dans la vie courante on ne le dit pas mais on est entouré d'objets géométriques.
- P : Bien donc on en arrivera à définir aussi dans la vie courante si c'est objet géométrique ou pas.
Après ?

E : On peut faire un résumé.
P : Le résumé, on le fait à la fin en général. Le résumé, on le fera juste avant le questionnaire.
E : Ben c'est fini là.
P : Est-ce que vous pensez que vous apportez là aux CE tout ce que vous vouliez ?
Sophie : Pour nous oui
Christelle : Là, ils sont en CE, ils connaissent beaucoup plus de choses.
Pauline : Par contre eux, ils disent encore un carré au lieu d'un cube.
P : Toi, tu penses qu'ils ne savent pas.
E : Si, ils savent mais ils le disent pas.
Pauline : Nous, quand on était au CE2, on disait un carré au lieu d'un cube/
P : Ce qui serait intéressant ces que vous notiez vos croyances, c'est-à-dire "je pense qu'ils croient que c'est un carré"... Notez ce que vous pensez qu'ils savent (il l'écrit au tableau)
On verra à quel endroit on le met. Bon, on arrête là. La prochaine séance sera une mise en forme de tout cela.

ANNEXE 9, TRANSCRIPTION DES ÉCHANGES VERS LES CE

P désigne l'enseignante en cycle 2

- Pauline : Qu'est-ce qu'un solide ?
- E₂ : C'est une forme géométrique (Pauline l'écrit au tableau).
- E₂ : C'est une forme géométrique en volume.
- Sophie : Oui (Pauline écrit au tableau).
Est-ce que quelqu'un a d'autres hypothèses ?
C'est quoi un solide ?
(...)
Personne ne pense avoir une autre idée ?
- E₂ : Non.
(...)
- Sophie : Ben, la plus juste, c'est ...
Ben, une forme géométrique, d'accord, mais c'est pas forcément une forme ; en fait, c'est plutôt un objet.
Pour moi, la plus juste c'est peut-être celle de Claire « forme géométrique en « volume ».
(Pauline affiche au tableau une définition préalablement inscrite sur une affiche :
« Qu'est-ce qu'un solide ?
C'est un objet géométrique. Plus précisément, c'est un polyèdre ».
Sophie lit la définition aux cycle 2.
- Pauline : Maintenant, est-ce que, dans ce que vous a lu Sophie, il y a des choses que vous n'avez pas compris ?
- E₂ : On l'a appris.
- Pauline : Alors, savez-vous ce qu'est un polyèdre ?
(...)
(Une dizaine d'élèves lèvent la main.)
- Pauline : Léa ?
- Léa : C'est une forme qui est plate... une forme qui a des faces plates.
- On entend : Planes !
- Sophie : Chut ! Plane ou plate ? (On entend Plane ! Tu as dit plate !)
- P : On ne va pas se disputer. Laissez-la reprendre sa phrase.
- Léa : C'est une forme qui a les faces planes.
(Pauline l'inscrit au tableau.)
- Sophie : Il y a quelqu'un d'autre qui a une idée ?
(Quelques élèves lèvent la main.)
- Sophie : Bastien, c'est quoi ?
- Bastien : C'est une forme en forme de tente un peu ...
(Le bruit monte.)
- P : Si vous avez des commentaires, dites-les à tout le monde.
- Sophie : Levez le doigt si vous voulez dire quelque chose ! Thomas ?
- Thomas : C'est une forme qui n'a pas de ...

(Les élèves lèvent la main.)

Sophie : Pauline (C2)

Pauline : C'est une forme qui n'a pas de rond. Victorien ?

Sophie écrit au tableau : « Un polyèdre est un solide qui n'a pas de faces rondes ».

(Des élèves continuent à lever la main.)

Pauline : Bastien, tu as déjà répondu alors ...

Sophie : Barbara, tu coupes toujours la parole aux autres. Alors, c'est quoi un polyèdre ? Tu avais dit un truc sur le polyèdre.

(...)

Sophie : Bon, et bien si tu n'as rien à dire, tu te tais parce que sinon nous, on va perdre du temps à chaque fois.

Pauline : Alors, Emma ?

Emma : C'est une chose en volume qui n'a pas de face arrondie.

(Quentin l'écrit au tableau.)

Sophie : Adrien ?

Adrien : C'est une chose en volume qui n'a ni arête, ni sommet, ni face plate.

P : C'est la définition du polyèdre, hein. On est bien d'accord ?

Adrien : Euh ... oui.

P : Tu es bien d'accord. Tu nous la répètes ?

Sophie : Il fallait pas interroger Adrien, parce qu'il était dans la classe hier.

P : Ben écoute. Il a donné une définition du polyèdre, il a bien le droit. Vas-y.

Sophie : Répète-la.

Adrien : C'est une forme en volume qui n'a ni d'arête, ni de sommet, ni de face plate.

(Cédric l'écrit au tableau.)

Pauline : Alors bon, maintenant, on va vous le dire parce que sinon ça va durer trop longtemps.

P : Pauline, est-ce qu'on pourrait écouter Alisson [qui lève la main]. Elle n'a pas eu le temps.

Pauline : Oui.

Alisson : Adrien, il s'est trompé. Il a donné tout le contraire :

P : Il a donné la définition de quoi, à ton avis ?

(Tous les élèves parlent en même temps. On entend : oui, c'est le contraire !)

Adrien : J'ai dit le polyèdre n'est pas ...

P. Réfléchis. Je crois que tu t'es un peu emmêlé les pinceaux.

(Les élèves parlent en même temps mais le silence revient rapidement).

Pauline lit une affiche qui vient d'être accrochée au tableau et sur laquelle figure une définition : « C'est un objet limité de toutes parts par des polygones plans. Le cube et la pyramide sont des polyèdres. »

Alisson : Il s'est tout trompé ...

P : Pourquoi il s'est trompé, Alisson ?

Alisson : Parce qu'il a dit celle du « non-polyèdre ».

P : Et oui.

Avant de continuer, qu'est-ce que vous pensez des définitions des CE ?

Sophie : Ben, elles sont quand même bien.
Il y avait « la forme en volume qui n'a pas de faces rondes » (elle la montre).

Sophie : Mais celle-là elle ne va pas (elle montre celle d'Adrien).

Adrien : Je sais !

Pauline : Est-ce que vous savez ce que c'est « polygone plan » ?

Ensemble : Euh ... non.
Ben oui

Pauline : Alors, c'est un polygone avec des figures planes. Par exemple ... (elle va chercher quelque chose derrière).

P : Justement, il faut que tu expliques ce que c'est que « plane ».
Pauline revient avec un carré dont les côtés sont matérialisés par de fins tubes plastique (type paille).

Pauline : Alors, par exemple, ça c'est une figure plane. On peut la poser. C'est un objet que l'on peut poser de partout ...

E₂ : Ben ... On peut pas le mettre comme ça (elle mime la verticale avec sa main).

P : Oui ... Que l'on peut poser.
Quelle forme a ce polygone que tu tiens ?

Pauline : Ben, plan.

P : Non, la forme.

Pauline : C'est un carré.
Barbara ?

P. : Donc, son carré, elle peut le poser sur la table, ou sur le mur.

Alisson : Mais il va tomber :

P : Non, mais elle le tient. Dis-donc, Alisson, tu chipotes.

Pauline : Alors, voilà.
Est-ce que vous savez ce qu'est un polyèdre ?

Sophie - P : Tu viens de nous le dire !

Pauline : Non, un polygone plutôt !
(...)

Sophie : C'est une forme plane.

P : Tu peux reposer la question. Je crois que tout le monde n'a pas compris.

Sophie (en effaçant le tableau) : Aussi, ceux qui ne lèvent pas le doigt, on aimerait bien un peu les entendre, par exemple Blandine, Gwendoline.

P : Allez, levez le doigt. Et vous, reposez votre question, s'il vous plaît.

Pauline : Qu'est-ce qu'un polygone ?

Sophie : Maxime ?

Maxime : Une forme plane.
Sophie l'écrit au tableau. 10'

Pauline : Gwendoline ? Adrien ?

Adrien : Ben, une forme plane ...

Pauline : (à E₂) A ton avis ? Ça ne fait rien si vous vous trompez ... (...)

P : S'ils n'ont pas d'autres réponses, tu continues.

Pauline affiche la définition au tableau et la lit :

« Un polygone est une figure fermée par des segments de droite. Le polygone régulier a des côtés égaux ».

Pauline : Par exemple (elle saisit un cube fabriqué en tubes plastique et montre les arêtes du cube).

Sur ce carré, tous les angles ... entre les arêtes sont de même longueur. Si celle-ci (elle en montre une) fait 6 cm, toutes les autres (elle suit les côtés d'une face carrée) doivent faire 6 cm.

E₂ : Il est tout tordu son carré !

P : Est-ce que c'est un carré d'ailleurs ?

Ensemble : Non ! C'est un cube ...

Pauline : Maintenant, c'est à Quentin. Il va vous faire un jeu.

[Il accroche une affiche au tableau, sur laquelle on peut lire :

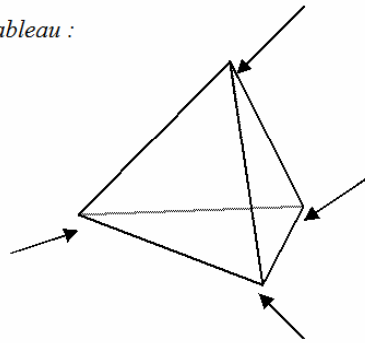
« La composition d'un solide

Que vous montrent les flèches ?

Vous pouvez vous aider des carrés libres. »)

Quentin : Donc, vous savez ce qui compose un solide. Alors, vous devez dire ce que montrent les flèches.

Il dessine au tableau :



Levez le doigt. Cédric ?

Cédric : Les sommets.

Quentin : Oui, ce sont les sommets. (Il efface son tableau).

Pauline : Si vous ne comprenez pas, vous le dites. Nous, on réexplique.

On entend : Là, c'est pas difficile.

(Cédric lève la main.)

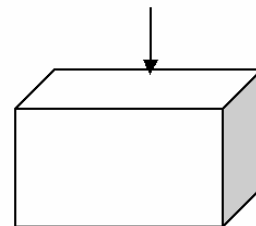
Pauline : Oui ?

Cédric : C'est pour dire ce qu'il y a d'autre.

P : Oui, mais est-ce qu'il a mis une flèche pour autre chose ?

(Quentin dessine au tableau) :

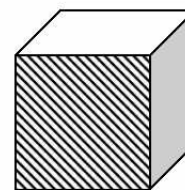
Que nous montre cette flèche ?



Quentin : Blandine ?

Blandine : Une arête.

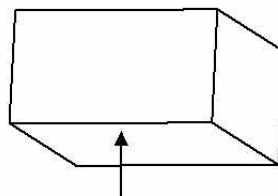
Quentin efface puis redessine un cube dont il raye une face :



Quentin : Félicien ?

Félicien : Une face.

Quentin : Voilà, c'est une face.



Il efface puis dessine un pavé :

Quentin : C'est un pavé, je le pose comme ça. C'est une face mais elle a un nom spécial.

(Quelques élèves lèvent la main.)

Quentin : Mélanie.

Mélanie : C'est une face plane.

Quentin : Oui, c'est vrai, mais ...

P : Ils veulent plus de précision.

Quentin : Il faut dire le nom de cette face qui est contre la table.

Barbara ?

Barbara : Carré ?

P : Reprécise la consigne. Ils n'ont pas bien écouté.

(Quentin saisit un pavé en tubes)

Quentin : Que ça soit sur la face rectangulaire (il pose le pavé sur la table, face rectangulaire contre table) ou sur la face carrée (il fait pivoter le pavé afin de le poser sur une face carrée), chaque fois il y a un nom assez précis pour dire la face ...

P : La face qui est posée.

Quentin : Oui, voilà, la face qui retient tout. Emma ?

Emma : Le cube ?

Quentin : Non. Pierre ?

Pierre : La base.

Quentin : Oui, voilà.

Sophie : Vous, ceux qui sont venus dans notre classe, ils disaient la base ... quelque chose.

P : Oui, c'est qu'ils posaient des devinettes. Par exemple, un solide à base ... (elle forme un triangle avec ses doigts).

E : A base triangulaire !

P : Oui, et Pierre avait retenu le mot. La base.

(On entend ! Ah oui !)

Quentin : La figure repose sur la base.

(...)

Quentin : Et donc les sommets, c'est fait quand il y a des arêtes qui se rencontrent.

(...)

Et les arêtes, c'est fait quand deux faces se rencontrent (il mime les faces avec les mains).
La base, c'est des polygones.
Et sur les figures planes (il détache un rectangle du pavé), il n'y a pas de base.
(Il dessine un rectangle au tableau.)

P : Qu'est-ce que tu as dessiné ?

Quentin : Ben, un rectangle.

P : Et c'est un polygone.

Quentin : Oui.

Une quatrième élève, Sandrine, prend la parole.

Sandrine : Alors, est-ce que ça c'est un solide ?
(elle montre le cube en tubes).

On entend : Oui.

P : Oui quoi ? On ne peut pas justifier ? Pourquoi ? Emma ?

Emma : Ben, parce qu'il est en volume. Et qu'il ne roule pas.

Sandrine : Un solide, c'est une figure fermée.
A votre avis, est-ce que ça c'est un solide (elle montre un objet construit en tubes, dont certaines arêtes ne sont reliées à rien (pas fermés)).
(Les élèves lèvent la main.)
Mélissa ?

Mélissa : Non, c'est pas une forme fermée.
Est-ce que ça, c'est un solide ? (un pavé)
Idem avec un solide plus complexe.

Ludivine : Oui, il est fermé.
Même question avec un tétraèdre.

Barbara : Oui. Déjà il a trois sommets.
C'est pas un triangle ... parce qu'il est en volume.

On entend : C'est un prisme ! Une pyramide ! Une pyramide !

P : C'est quoi alors ? (Les élèves lèvent la main.)

E : Une pyramide !

P : Une pyramide à ...

E : Une pyramide à base triangulaire.

P : D'accord, une pyramide à base triangulaire.
C'est pas un triangle, sinon il serait tout plat.
Tu avais autre chose à dire, Sandrine ?

Sandrine : Non, c'est bon.
Thomas **3** accroche deux affiches au tableau, intitulées « Questionnaire » et sur lesquelles figurent des questions.
Thomas lit la première question.

Thomas : Qu'est-ce qu'un polyèdre ?
 Bastien (2) ?

Thomas(3): C'est une forme qui a trois faces planes en forme de triangle.

P : Là, qu'est-ce qu'il nous a fait ? Il a fait la définition d'un polyèdre particulier.

Barbara : C'est une forme en volume.

P : Oui. Kévin ?

Kévin : C'est un objet géométrique avec des faces planes.

Thomas : Oui. Et encore ?

P : C'est déjà plus précis. (...)
 Tu as interrogé quelqu'un ou pas, Thomas ?

Thomas : Oui. Kévin. Il a donné la bonne réponse.

P : Ah ! Je croyais que tu voulais plus de précision.

Julie : Il a oublié de dire quelque chose.

Thomas : Oui.

Julie : C'est une figure fermée. En volume.

P : On l'avait dit. Kévin, tu répètes ta définition.

Kévin : C'est un objet géométrique, en volume, avec des faces planes.

Alisson : Il a oublié ...

P ! Il a oublié quoi, Alisson ?

Alisson : Il a oublié « figure fermée ».

P : Et les faces planes sont des figures fermées par des segments. Là, je crois qu'ils ont tout dit. Ça va ?

Thomas : Oui.

P : Il faut enregistrer cette définition.

Thomas : Qu'est-ce qu'un polygone ?
 (Quelques élèves lèvent la main.)

Pauline : C'est une forme ronde.

P : Un polygone est une forme ronde, dit Pauline. Vous êtes d'accord, les autres ?

Ensemble : Non !

P : Alors, vous levez la main.
 (Les élèves lèvent la main.)

Thomas : Benoît ?

Benoît : Un polygone est une forme qui n'a qu'une face plane.

P : C'est une figure plane, alors. Est-ce qu'on peut préciser plus ? Emilie ?

Emilie : Un polygone, c'est une forme qui n'a pas de rond ...

P : Non, ça ne suffit pas. Ça ne nous va pas.

Thomas : Léa ?

Léa : Un polygone n'a pas de forme arrondie.

P : Attention, on est dans un polygone, pas dans un polyèdre.

E : Un polygone est un objet métallique qui est fermé avec des segments.

P : Pourquoi métallique ?

E : Euh ... géométrique.

P : Ah ! C'était ça !

Thomas : Quentin ?

Quentin : C'est un objet qui a des arêtes et des sommets.

P : Qui a des sommets et des sommets ? Des arêtes ?

E : Non, pas forcément.

P : Qui a des sommets et des ... ? On est sur le plat avec les polygones.

E : Des faces !

P : Non, pas des faces. Le polyèdre a des faces ; pas le polygone, il est à plat.

E : Des côtés.

P : Oui, des côtés.
Tu as ta définition ou pas ?

Thomas : Oui.

P : Dis-le nous, parce que sinon, tu vois, on continue de chercher.

Thomas : Est-ce que le cube et la pyramide sont des polyèdres ?

P : Attends (elle demande le silence).
Thomas répète sa question. Les élèves lèvent la main.

Thomas : Alisson ?

Alisson : Oui.

Thomas : Oui, mais pourquoi ?

Alisson : Parce qu'ils ont des figures plates.

Thomas : Pauline ?

Pauline : Elles ont des faces planes.

P : Ça te va ou pas ?

Thomas : Ben, je voulais plus de précision. Kévin ?

Kévin : Ça a les faces planes ...

Thomas : Benoît.

Benoît : Y'a que des faces planes, y'a pas de face arrondie.

P : Oui, c'est ça.

Thomas : Est-ce qu'un radiateur est une forme géométrique ? Barbara ?

Barbara : Oui.

P et Thomas : Pourquoi ?

Barbara : Parce qu'il est ...

P : Ben, on peut demander à quelqu'un d'autre. Pourquoi le radiateur serait-il une forme géométrique ?

E : C'est une forme géométrique parce qu'il est rectangulaire. En fait, c'est un pavé.

On entend : Oui, c'est un pavé.

E : En plus, il a des arêtes.

P : Oui, c'est ça.

Thomas : Est-ce que les objets de tous les jours sont des formes géométriques ?
(Quelques élèves lèvent la main.)

P : Des objets comme notre trousse, notre règle, une boîte de sucre ... C'est ça ?

E : Ben, ça dépend des formes.

Thomas : Est-ce que la boîte de conserve est une forme géométrique ?

E : Une boîte de conserve, ça peut être en forme de cube.

P : Une boîte de conserve, c'est un cube ? Ça a quelle forme en général, une boîte de conserve ?
Vous en achetez à la maison.
(Les élèves lèvent la main.)
Lucie ?

Lucie : C'est ovale.

E : C'est un cylindre !

P : Oui, c'est un cylindre. Alors, maintenant, est-ce que les cylindres sont des formes géométriques ?

E : Euh ... oui.

P : Oui, parce que ce sont des ...

E : Des solides.

P : Oui, ce sont des solides.
Bon, est-ce que vous avez des choses à demander aux CM, ou à commenter ?

E : Ben moi je trouve qu'il était bien votre exposé parce que vous avez bien expliqué ...

P : Bien justifié

E : Oui, bien justifié. On a eu des renseignements.

P : Léa ?

Léa : On avait déjà appris en classe mais ça nous a appris quand même plus de choses.

P : Ça a complété ce qu'on avait fait en classe ?

Léa : Oui.

P : Sur quel sujet ? Qu'est-ce qu'ils t'ont apporté en plus ?

Léa : ...

E : En fait, c'était comme un questionnaire. Y avait que des questions.

Pauline (3) : En fait, quand vous êtes venus en classe, on s'est dit que ça serait pas facile parce que tout ce que vous aviez dit, c'était un peu pareil que nous. Alors, en vous posant des questions, on s'est dit qu'on pourrait voir si ... vous vous rappeliez.

P : D'accord. Pour voir s'ils avaient mémorisé. Kévin ?

Kévin : C'était quand même bien. Mais nous on a été un peu trop distraits.

P : Oh ... oui !
Ce qu'on a appris en plus avec les CM, c'est « est-ce qu'une forme ouverte peut être un solide ? »

Ensemble : Non !

P : Non. On ne l'avait pas travaillé en classe. Nous, on avait travaillé les figures ouvertes à partir des patrons.
Vous pouvez y aller.

ANNEXE 10, (PARTIE 4), ANALYSE QUANTITATIVE DE L'ACTION DE L'ENSEIGNANT LORS DE LA SÉANCE 1

Épisodes	Découverte de la consigne											Compréhension du contexte d'inventaire											Compréhension de la tâche											Classement effectif des emballages	Activité 1
Nombre d'interventions P.	8											11											40											13	65
Nombre total d'interventions	14											26											90											34	159
Moments	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28							
Nombre d'interventions P.	2	2	1	2	1	1	6	1	3	1	6	6	1	3	1	2	1	2	4	1	3	4	3	2	5	1	2	5							
Nombre total d'interventions	3	3	1	5	2	1	12	3	10	2	15	11	3	5	2	4	3	3	10	2	8	7	11	4	13	8	2	11							

Analyse quantitative de l'action didactique de l'enseignant, Dénombrement des interventions de l'activité 1 entière, par épisodes et par moments

Épisodes	Découverte de la consigne											Compréhension du contexte d'inventaire											Compréhension de la tâche											Classement effectif des emballages	Activité 1
Nombre d'interventions P. (%)	57											42											44											38	41
Moments	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28							
Nombre d'interventions P. (%)	67	67	100	40	50	100	50	34	30	50	40	55	34	60	50	50	34	67	40	50	38	57	27	50	38	12	100	45							

Analyse quantitative de l'action didactique de l'enseignant, Pourcentages représentant les interventions de l'enseignant de l'activité 1 entière, par épisodes et par moments

ANNEXE 11, ANALYSE QUANTITATIVE DE L'ACTION DE L'ENSEIGNANT LORS DE LA SÉANCE 2

ÉTAPES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nb d'interventions de P.	5	3	2	6	2	1	10	2	2	1	2	3	1	5	2	2	2	2	1	4
Nombre d'interventions total	11	5	4	12	3	1	25	3	6	4	3	8	1	11	6	5	4	5	2	6
Intervention P %	45	60	50	50	66	100	40	66	33	25	66	38	100	45	33	40	50	40	50	66

ÉTAPES	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Nb d'interventions de P.	8	1	0	5	5	11	8	2	7	3	4	6	4	1	4	3	6	3	8	6
Nombre d'interventions total	18	2	7	9	20	21	33	5	18	7	9	16	10	2	11	6	29	14	28	11
Intervention P %	44	50	0	55	25	52	24	40	39	43	45	38	40	50	36	50	20	21	28	55

ÉPISODES	1	2	3	4	5	6	7	8	TOUT
Nb d'interventions de P.	18	31	17	32	14	11	24	6	153
Nombre d'interventions total	35	73	35	97	34	28	90	11	401
Intervention P %	51	42	48	33	41	39	27	54	38

**ANNEXE 12, MISE EN RELATION DES INTERVENTIONS DE L'ENSEIGNANT DE LA SÉANCE 2 ET
DES TECHNIQUES IDENTIFIÉES**

ÉTAPES	1				2				3				4				5				6				7			
	1	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32A	32B	34	36	37	40	42	44					
Crée, entretient un travail collaboratif (politesse, feint son ignorance...)	X					X											X											
Répète ou fait répéter, reprend pour diffusion		X		X	X		X	X		X						X						X	X					
Explicite une reformulation, propose une nouvelle formulation							X	X			X	X	X															
Manifeste qu'il a entendu (« d'accord » par exemple)			X	X			X								X													
Pose une question à la classe				X		X		X		X	X	X	X						X									
Pose une question à un élève		X	X						X								X				X	X						
Donne la parole à un élève																				X								
Sollicite un échange, voire la confrontation des propositions des élèves																					X	X						
Impose (Orie vers) des objets de travail, définit le travail en début de sous tâche	X					X											X											
Sélectionne de nouveaux objets de travail dans les propositions des élèves			X																									
Met en évidence des contradictions dans les propositions des élèves																												
Marque son accord, insiste les propositions de la classe en connaissances		X		X	X													X										
Institue le langage du jeu																												
Institue les modalités d'action																												
Répond à une question non visée par l'enseignant et clôture.														X														
Conclue																												
Laisse une question																												

**ANNEXE 13, DÉNOMBREMENT DES TECHNIQUES PAR ÉTAPES POUR L'ANALYSE DE L'ACTION
DE L'ENSEIGNANT LORS DE LA SÉANCE 2**

ÉTAPES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
Crée, entretient un travail collaboratif (politesse, feint son ignorance...)	1	1	0	0	1	0	2	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
Répète ou fait répéter, reprend pour diffusion	3	2	1	2	0	0	7	0	1	0	1	0	0	3	1	0	0	1	0	1	3	0	0	0	
Explicite une reformulation, propose une nouvelle formulation	0	1	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	
Manifeste qu'il a entendu (« d'accord » par exemple)	2	1	0	1	0	0	3	1	1	0	0	1	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Pose une question à la classe	1	2	0	4	0	1	1	1	2	1	0	3	0	3	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	
Pose une question à un élève	2	0	1	0	1	0	3	0	0	0	2	0	0	1	1	2	2	2	0	0	8	1	0	0	
Donne la parole à un élève	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
Sollicite un échange, voire la confrontation des propositions des élèves	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
Impose (Oriente vers) des objets de travail, définit le travail en début de sous tâche	1	1	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	
Sélectionne de nouveaux objets de travail dans les propositions des élèves	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2	2	0	0	1	0	1	0	1	0	0	
Met en évidence des contradictions dans les propositions des élèves	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Marque son accord, Institue les propositions de la classe en connaissances	3	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Institue le langage du jeu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Institue les modalités d'action	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Répond à une question non visée par l'enseignant et clôture.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
Conclue	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Laisse une question	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

**ANNEXE 14 (SYNTHÈSE) TRANSCRIPTION DE LA QUATRIÈME SÉANCE DE L'ATELIER
D'ÉLECTRICITÉ**

Contenu des séances précédentes

Séance 1- Le circuit en série (avec une pile + 4 lampes (avec douilles) + 5 fils conducteurs)

- 1- Schématisation
- 2- Réalisation (maquette)
- 3- Avantages et Inconvénients

Séance 2- Le circuit en parallèle (avec une pile + 4 lampes (avec douilles) + 10 fils conducteurs)

- 4- Schématisation
- 5- Réalisation (maquette)
- 6- Avantages et Inconvénients

Séance 3- Le circuit en dérivation (avec une pile + 4 lampes (avec douilles))

- 7- Schématisation
- 8- Réalisation (maquette)
- 9- Avantages et Inconvénients

L'enseignant (désigné par P.) distribue des fiches aux élèves tout en expliquant

1. P La fiche numéro 7 dans laquelle on va reparler du montage qu'on a fait la semaine dernière... et ensuite quelqu'un va nous lire la petite énigme qui va suivre
2. E C'est énigmatique
C'est énigmatique ... je pense que j'ai fait une erreur la semaine dernière... je vous ai donné un
3. P type de circuit, le premier, qui ne correspondait pas du tout aux objectifs de la leçon, qui étaient heu...
4. E1 lequel ? ...le circuit ... (inaudible)
5. E2 On a réussi ... ça nous a fait travailler quand même
6. P Si... vous avez réussi... mais je me suis aperçu après que ce que je vous avais donné ne ... et ben que je m'étais trompé
7. E1 Monsieur pourquoi il y a les deux même questions
8. E2 Monsieur (en lisant la fiche) il y a les deux mêmes heu... questions quels sont les avantages de ce type de circuit ... c'est écrit 2 fois
Deux fois ... le premier c'est ... à la place des avantages c'est inconvénients ... qui n'as pas eu sa petite feuille ? ... tout le monde l'as lu ? C'est bon ? on peut commencer ?
9. P Oui (collectivement)
11. P Donc dans la question 2 ... et bien vous remplacez avantages par inconvénients ...
12. P Tu écris ce que tu penses et ensuite on ... on verra ... au tableau
13. E Je raye avantages monsieur ?
14. P Tu rayes avantages
15. E Et je mets inconvénients ?
16. P Inconvénients ... Bien tu nous lis la première question Quentin
17. qe Ecris le nom du montage électrique réalisé la dernière fois
18. P Alors ?
19. E Le circuit **dévi**ation
20. P Déviation.... Qui a un autre mot, giuindoline
21. gu **Dérivation**
22. P Oui, je crois que c'est plus en dérivation, d'accord ? donc ça s'appelle un circuit ?
23. E En dérivation
24. P En dérivation (et écrit au tableau)
25. E Monsieur, c'est quoi le titre de ... euh...
26. P Le titre de la séance numéro 5.... C'était le circuit en dérivation
27. ba Monsieur c'était pas un circuit qui était pas bon ?
28. P Pardon, Bastien ?
29. ba Vous avez dit que c'était
Là où j'ai fait l'erreur c'est le [numéro] « un » celui qui a les trois ampoules qui sont reliées en triangle (fig1)
30. P En triangle
31. E Ouais
32. P Pourquoi ça ne sert pas ?
33. P Parce que c'était un peu trop complexe, ça mélangeait plusieurs type de circuits, et euh... j'ai pas ... je l'ai pas expérimenté à fond et je me suis trompé ... voilà
34. E Pourquoi ? ...ça nous a quand même fait ...
35. P Ah ça vous a fait rechercher, ça c'est vrai ... mais c'était pas en rapport si vous voulez ... c'était pas en rapport avec la notion de circuit uniquement en série ou uniquement en parallèle, voilà
36. E Monsieur je peux euh... ?
37. P La deux ? on va prendre quelqu'un d'autre ... Clément tu arrives à suivre ? c'est bon ?
38. cl Oui
39. P D'accord ... Bastien ?
40. ba Quels sont les inconvénients de ce type de circuit ?
41. P Alors, les inconvénients de ce type de circuit?... En dérivation ? ... vous pouvez regardez votre ... comment dire ... votre schéma, le schéma que vous avez réalisé ... Sandrine ?
42. sa Y a beaucoup de fils ... on se mélangeait des fois ... on sait pas si c'est branché ou pas
43. P Alors, il y a beaucoup de fils... oui... Pardon ?
44. sa Sur une prise d'un côté de l'ampoule il y a déjà deux fils ...
45. P Oui ?
46. sa des fois on peut pas accrocher les deux
47. P Tu veux dire sur les bornes d'une ampoule, il y a 4 fils en fait... hein ? deux fils pour une borne et

- deux fils pour l'autre
49. **do** Ça peut facilement se décrocher
50. **P** Ça peut facilement se décrocher ... surtout avec le matériel qu'on a, oui .
51. **do** Ouais, ça se décroche facilement ... et quand ça se décroche, y a toutes les autres derrière ... ceux qui sont les plus éloignés de la pile qui s'éteignent
52. **E** Non c'est celles qui sont derrière la...
53. **P** Celles qui sont derrière le branchement ou celles qui sont avant le branchement ?
54. **E** Derrière
55. **P** Hein ? Donovan ?
56. **do** Euh....
57. **P** Regardes (phil dessine au tableau)... si je fais le dessin de la pile ... avec ma lampe L1 ici ... on va dire L2 là ... et L3 là... je vais pas jusqu'à L5... donc après ... j'ai mal placé (en dessinant)... voilà (fig2)....
58. **E1** C'est quoi votre L ?
59. **P** L ?
60. **E2** C'est lampe
61. **P** C'est lampe .. lampe 1, lampe 2... en fait c'est douille + ampoule
62. **E** (11mn) Monsieur... par exemple... si on coupe au milieu ... (inaudible) s'arrête
63. **P** voilà
64. **E** Si la première ... branchement qui se ... qui défaille, eh ben toutes celles qui sont derrière... enfin entre l'ampoule ... toutes celles qui sont les plus éloignées de la pile ...
65. **P** D'accord
66. **E** L2 et L3 ... enfin si on garde le milieu c'est L1 ... (fig1)
67. **P** hum
68. **E** ... Et ben elles s'éteignent
69. **P** Donc, si je reprends son idée ... si on a un problème de connexion, de branchement ici à l'ampoule L1, qui arrive à L1 ...
70. **E2** Tout s'éteint derrière
71. **P** ... tout ce qu'y est derrière ça va s'éteindre, c'est ça ?
72. **E** Oui
73. **P** Si par exemple, attends Gaïtan, si j'ai un problème de branchement, de connexion ici sur L2 (fig2), qu'est-ce qui va se passer ? ...oui Pauline ?
74. **pa** Ben, L3 va se euh ... va s'éteindre
75. **P** L3 va s'éteindre, mais L1 et L2 ?
76. **pa** Ben L2 aussi s'éteint, mais L1 reste éclairée
77. **P** D'accord
78. **E** (plusieurs élèves ensemble) non, non
79. **sa** c'est pas obligé, parce que si c'est le fil de L3 qui ... qui euh, qui se déconnecte et ben y va y avoir L1 et L2 qui marchent
80. **P** D'accord, donc il faut qu'on sache ...
81. **sa** ça dépend du fil en fait
82. **P** ça dépend de quel type de fil qui se décroche... si on mettait par exemple [les fils] f1, f2, f3 et on se dit que c'est uniquement f3 qui s'arrache... tu penses qu'il va se passer quoi Damien ? ... y a juste f3 qui s'enlève, et f2 reste branchée des deux côtés ... tu penses qu'il va se passer quoi ?
83. **da** mmmhh
84. **P** Tu te représentes le montage et le schéma ? Tu vois comment ça fonctionne ?... tu te rappelles que sur chaque lampe il y a deux fils qui sont branchés
85. **da** L3 va s'éteindre ?
86. **P** L3 va s'éteindre, oui ... et L2 ?
87. **da** Ben elle sera toujours allumée
88. **P** Elle sera toujours allumée ... Clément, C'est bon ?
89. **cl** C'est ce que je voulais dire
90. **P** D'accord... à partir de ce postulat qu'on vient de voir, heu ... quel est l'inconvénient de ce montage ? ... Damien
91. **da** Que si c'est celle du début... de heu ...un fil comme f2 ... qui grille, non qui ne marche pas, et ben L2 et L3 ne marcheront plus
92. **P** D'accord... comment on pourrait faire une petite phrase avec ça ?
93. **ba** Moi je dirais plutôt que si y a f2 par exemple qui se décroche et que L2 et L3 donc ne marchent plus, c'est aussi un avantage
94. **P** Lequel ?

95. **E** Ben que L1 va toujours marcher
96. **P** Oui... donc ?
97. **E2** C'est un peu un circuit en série, quoi
98. **P** Là tu penses que c'est circuit en série ?
99. **E** Oui... quelque chose comme ça, parce que ...euh... (tous parlent en même temps)
100. **P** Est-ce qu'on reste dans le cadre du circuit en parallèle ou dans le circuit en série ?
101. **E1** Parallèle... mais
102. **E2** Moi je dirais plutôt un circuit en dérivation
103. **E3** Par exemple, f2 et f3... enfin f3 et f4, ben ils vont pas marcher
104. **P** Donc, le circuit en dérivation ben heu ...c'est une dérivation du circuit en parallèle, enfin on a plusieurs circuits parallèles
105. **ba** En fait ça dérive entre le circuit en parallèle et le circuit en dérivation
106. **P** D'accord, ...
107. **qe** Monsieur ?
108. **P** ... et les inconvénients alors ?
109. **qe** ...c'est pour la phrase
110. **P** Oui, vas-y
111. **qe** Si y a un branchement derrière L1 heu... défaille heu... se débranche, les ampoules qui sont opposées heu... à l'autre côté de la pile, euh...
112. **P** Oui, continue
113. **qe** Ne marchent plus
114. **P** Ne fonctionnent plus
115. **qe** Si on prend L1, l'ampoule du milieu, et y a un branchement qui se débranche ... et ben les ampoules elles sont opposées à la pile
116. **P** Comment vous réagissez, vous, à ce que vient de dire Quentin ? ... vous ne réagissez pas là ... y a pas de réactions à avoir
117. **E** Sa phrase était très bien
118. **P** Est-ce j'écris sa phrase telle qu'il me l'a dite ?
119. **E** Non, non, non
120. **P** Est-ce qu'elle sera complète ... ben c'est ça ce que j'attends comme réaction... oui, on peut écrire la phrase telle qu'il l'a dite... non on ne peut pas l'écrire parce que... on
121. **E** Non, elle n'est pas assez euh...
122. **P** N'est pas assez quoi ?
123. **E** Pas assez développée
124. **P** Est-ce qu'elle vous permet de comprendre l'inconvénient ?
125. **pa** Oui, mais un petit peu
126. **P** C'est-à-dire ?
127. **pa** Ben que heu... en fait elles sont ...si on ... si par exemple, les ampoules qui sont derrière L1 et ...euh, ... derrière L1, et ben euh ... elles ne marchent plus s'il y a un fil euh ... qui se détache, mais L1 continue à ...
128. **P** L1 continue à fonctionner
129. **pa** Oui, à fonctionner
130. **P** Loïc, tu réagis sur ce qu'elle a dit ou pas ?
131. **lo** Euh... ben, en fait, euh... tout les deux ... en fait nous... enfin nous on a fait cette leçon dessus, donc on comprend ce qu'ils disent ...mais quelqu'un qui par exemple ...
132. **P** Voilà imaginons, dans le cadre d'un échange, qu'on aille présenter aux autres classes... hein ...l'expérience ... au niveau de la compréhension, c'est peut-être un peu difficile
133. **lo** Alors moi je dirais si un fil... étant accroché ... enfin ... si en fait ...un fil qui est accroché à la pile et à L1 heu... se débranche, ben toutes les piles, enfin toutes les lampes vont ...
134. **P** Vont s'éteindre ?
135. **lo** Oui
136. **P** Cristelle ?
137. **cr** Moi ça pourrait être heu ...si un fil se décroche, les deux derrière s'arrêtent de briller
138. **P** D'accord... est-ce que vous pensez qu'il est nécessaire d'avoir un schéma pour comprendre ?
139. **E** Oui, (collectivement)
140. **P** Pour quelle raison ?
141. **E** Ben parce que c'est dur à expliquer... c'est plus facile si ...
C'est pas obligé parce que si on explique avec une phrase euh ...comme on explique là quoi ...
142. **E2** comme par exemple euh ... le fil 3 se détache de la douille, ben de l'ampoule L2 ... ben ils vont peut-être comprendre

143. **P** Humm... d'accord ... ce que je vous propose... ce que je vous propose, c'est quand on va faire les échanges, on va faire l'expérience de donner simplement une phrase
144. **E** Ah ! parce qu'on va faire les échanges ?
Eh, oui, c'est prévu... de donner simplement une phrase, mais en ayant préparé quand même le schéma...
145. **P** ... on va pouvoir vérifier si simplement avec la phrase c'est compris ou si on a besoin du schéma
146. **E** Oui, les autres ils vont dessiner ce qu'ils comprennent
147. **P** peut-être ... pourquoi pas
148. **lo** J'ai une idée monsieur ... on pourrait leur donner une phrase et puis s'ils comprennent pas on met heu ... on met le plan après
149. **P** Mmmh, mmh... en attendant, il faut qu'on fasse une phrase pour la trace écrite... Alors ?... Christelle ?
150. **cr** Si euh ... un fil se décroche les ampoules derrière s'arrêtent de briller
151. **P** Si un fil se décroche (écrit au tableau)
152. **E** Oui mais la ça dépend si c'est la première heu ... parce que le fil est attaché à la première lampe aussi
153. **P** Mais là on va prendre des généralités, cad dans tout le circuit ... si un fil se décroche ...
154. **E** Les deux derrières ...
155. **P** ... où les lampes qui sont situées (écrit au tableau) ... après le branchement ou avant ?
156. **E** Après le branchement... se décrochent les lampes !... virgule
(plusieurs en même temps) Oui virgule après ... oui il y a une virgule monsieur ... si un fil se décrochent les lampes
157. **E** Mets ton idée ... (poursuit l'écriture au tableau) si un fil se décrochent virgule les lampes qui sont situées après le branchement ... j'aime bien quand vous me dictez quelque chose... ça me montre que vous suivez et que vous comprenez ce qu'on dit... vous mettez du sens à ce qu'on explique ... donc si un fil se décroche, les lampes qui sont situées après le branchement s'éteignent... je ne sais pas si c'est compréhensible comme ça ?
158. **P**
159. **E1** Ben pour les CP peut-être pas mais
160. **E2** Ah ça c'est sûr !... euh, non euh...
161. **E1** ... mais pour nous
162. **P** Pour vous c'est compréhensible, ... parce que vous avez fait aussi l'expérience...
163. **E** mais si les CP vont pas comprendre, les maternelles sûrement
164. **E** Ben monsieur...
Si un fil se décroche, les lampes qui sont situées après le branchement s'éteignent... quel est un autre type d'inconvénient ? ... par exemple je suis dans une pièce et je m'aperçois que L4 est éteinte
165. **P**
166. **E** Toutes les autres sont allumées
167. **P** Si toutes les autres ont allumées, donc ça veut dire que ...c'est à quel niveau que la panne est située ?
168. **E** (tous ensemble) L4, L3 ... (un peu au hasard ?) ... ah oui L3 ...ou L4 aussi monsieur
169. **P** Où ? ... au branchement de L4, exact
170. **E** Ben c'est pas un inconvénient ça, monsieur ... c'est un avantage !
Ça peut être un avantage ... l'inconvénient si tu veux c'est si c'est le fil f2 qui se débranche, l'inconvénient c'est que t'as quand même L3 et L4 qui s'éteignent.
171. **P**
172. **E** Ben y a pas de L4 (sur le schéma au tableau)
173. **E** Si
174. **P** Ben sûrement dans les maisons, tu peux en avoir même dix
175. **gu** Monsieur, si un fil se décroche, de... euh, de la lampe L3, les lampes qui sont situées après...
176. **P** Non non attendez là, je n'entends rien
177. **gu** si ... si le fil se décroche de la douille n° 3, ou de la lampe n° 4 ... et ben... y a pas plusieurs des lampes après
178. **P** Eh ben s'il n'y a plus de lampe après effectivement elles ne s'éteindront pas, d'accord... je comprends ce que tu veux dire
179. **gu** S'il reste encore une lampe... mais y a pas plusieurs lampe ...
Disons que là j'ai pris le cas où il y avait plusieurs lampes après la panne, d'accord ...
180. **P** effectivement s'il n'y a qu'une seule lampe à l'endroit où est située la panne, et ben il n'y a qu'une lampe qui s'éteindra ... On passe aux avantages maintenant
181. **ba** Monsieur ?
182. **P** Oui
183. **ba** Monsieur c'est possible que dans les maisons y en ait 20 lampes au moins ?

184. **P** Ben tu comptes chez toi
185. **E2** Moi j'en ai même plus
186. **P** D'accord ... alors dans une maison c'est pas branché euh ... c'est branché un peu différemment de
187. **E** Oui, mais...
188. **P** Oui ... bon alors les avantages ? ... les avantages de ce type de circuit ?... Guindoline
189. **gu** Ben les avantages euh... c'est que les fils ils sont ... pour moi c'est pas euh ... tu te repères dans les fils
190. **P** On peut se repérer ... oui...
191. **E** Y a aussi ... elles éclairent toutes de la même façon
192. **E2** Et elle éclairent plus euh ... plus qu'un circuit en série
193. **P** D'accord, toutes les ampoules brillent de la même force ... (il note au tableau pendant que plusieurs élèves parlent) ... pas tous en même temps s'il vous plaît
194. **E** Et comme le circuit en parallèle on peut trouver euh ... on peut trouver vite la panne
195. **P** Exact ! ... donc (écrit au tableau) toutes les ampoules brillent
196. **E** On peut vite trouver la panne ... (inaudible)
197. **P** D'accord, on peut identifier et puis isoler la panne rapidement (écrit au tableau)
198. **ba** Monsieur (revient à la charge) ... dans une maison y en a au moins 50 ... il y a le four, le frigo..
199. **P** De lampe hein ... est-ce que le four est une lampe ?
200. **E** Non mais il y a des lampes
201. **P** La lampe du four, d'accord ... donc (en lisant ce qu'il a noté au tableau) on peut identifier et isoler la panne rapidement, toutes les ampoules brillent avec la même force, on peut identifier et isoler la panne rapidement ... qu'est-ce que l'on euh ... qu'est-ce qu'on a comme autre avantage aussi ? ... qu'on avait vu dans la question que j'avais posé ?
202. **E** Vous pouvez répéter ?
203. **P** Je vous ai demandé quoi, en fait, avant de monter ce circuit ?
204. **E** Est-ce que c'est euh ... est-ce qu'il est possible de ... euh ...
205. **P** Bastien (qui demandait la parole)
206. **ba** Est-il possible d'allumer des ampoules avec une euh ... avec beaucoup de euh ... de lumière... sur toute la table, quoi ... sur une grande longueur
207. **P** D'accord donc il fallait augmenter quoi par rapport au circuit en parallèle
208. **ba** La lumonosi... numosité
209. **E** Le circuit n'est pas heu ... (inaudible) ... le cercle il est plus grand
210. **P** D'accord ... donc il fallait agrandir le circuit
211. **E** Pour éclairer et installer facilement
212. **P** Donc, toutes les ampoules brillent avec la même force, on peut identifier et isoler la panne rapidement ... et on peut couvrir... on peut euh ... oui ?(pour donner la parole à un élève)
213. **ba** Une pile ... et ben ... ça peut être égal, la lumière ... si on compte ...ça fait comme 20 piles, euh 20 lampes
214. **P** Excuse-moi je ne te suis pas
215. **ba** Monsieur, une lampe euh ... ça peut faire, ça fait, je sais pas moi, ça peut faire un million de piles, ... puisque la pile euh ... un million de lampes ... comme la pile elle euh ...
216. **E2** Monsieur en fait ... (interrompt par phil)
217. **P** Elle peut allumer un million de lampes tu veux dire ?
218. **ba** Une pile c'est égal à euh ... une pile qui a 20 lampes euh...
219. **E2** Ah j'ai compris ...
220. **ba** Une lampe qui est accrochée à une pile elle fait autant d'éclat que ...
221. **E2** En fait la pile elle fait euh ... c'est comme si elle était plusieurs ampoules quoi ! ... si elle faisait euh ...
222. **ba** Non parce qu'en fait elle disperse ... comme elle disperse toute son énergie
223. **P** Oui
224. **ba** Quand il y a une seule ampoule... et ben l'énergie va allumer toutes euh ... sur une
225. **P** Une seule ampoule ... D'accord
226. **E** Ah !
227. **ba** Et si y en a 20 ... et ben la même énergie va être toute dispersée
228. **P** Ah ! Intéressant ... je commence à comprendre ce que tu voulais dire... donc... oui ? (donne la parole à un autre élève).
229. **E** Mon frère aussi il travaille... euh ... aussi la technologie de l'éclairage... et il a eu l'idée avec des fils de fer de ... construire un circuit avec une grosse ampoule et une pile ... une toute petite pile ... et papa lui a dit que sa pile, son ampoule elle allait allumer euh ... elle allait allumer un tout petit moment ... puis après pas beaucoup parce qu'euh ... il faut plus une grosse batterie pour une

- grosse ampoule
230. **P** Mmh mmh
231. **E** Il lui a prêté sa batterie de
232. **P** De voiture ?
233. **E** De perceuse ... mais bon elle coûte 500Fr, alors...
234. **P** Mmh ... Clément ?
235. **cl** Samedi dans une émission sur l'éclairage ... et il disait que c'était pas les volts qui comptaient
236. **P** D'accord
237. **cl** Si par exemple tu prends une ampoule qui supporte 3V ... et puis une pile qui est 5V... et ben la pile elle continue autant que euh...
238. **E** Autant ?... c'est moins
239. **P** Attendez (à d'autres élèves qui réagissent) laissez-le finir, je n'ai pas entendu là
240. **cl** Je ne sais plus si c'est autant ou moins
241. **P** Il faut que l'ampoule elle ait autant ou moins de volt, c'est ça ?
242. **cl** Non c'est pas les volts qui comptent c'est les watts
243. **P** Ça c'est complexe pour moi ... volt, watt, ampère ... (plusieurs élèves commentent en même temps) ... c'est quelque chose, ce sont des choses qu'on ne verra pas à l'école primaire
244. **cl** Aussi ils [l'émission télé] ont palé d'un... (inaudible)
245. **P** Ils ont parlé d'un ? ... d'un nom (inaudible) ?... Bastien ?
246. **ba** Aussi dans les maisons, c'est pas vraiment des piles c'est des compteurs ... et c'est (inaudible) l'électricité
247. **P** Alors ...est-ce que l'électricité est fabriquée dans le compteur ou est-ce qu'elle est fabriquée ailleurs ? et que le compteur qui ...
248. **ba** à EDF ?
249. **P** Oui, c'est EDF qui fabrique euh
250. **ba** Et l'envoi
251. **P** Oui c'est EDF qui l'envoie (tous parlent en même temps) ... alors tout ce que vous dites est très intéressant mais ça nous renvoie à d'autres domaines, la fabrication de l'électricité, son transport et ... euh... qu'est-ce que je voulais dire
252. **E** Monsieur, le compteur sert à compter l'énergie et...
253. **P** On continue dans notre... avec une petite parenthèse... on continue sur ce qu'on était en train de voir sur les avantages des types de circuits, du circuit en dérivation, pardon... donc toutes les ampoules brillent avec la même force, on peut identifier et isoler la panne rapidement ... et comme disait Manon au niveau de la distance à éclairer, on peut éclairer des pièces qui sont très éloignées les unes des autres ... donc on peut augmenter la longueur du circuit (écrit au tableau). Voilà ! alors on a pris un peu plus de temps que j'avais prévu, mais c'est pas grave du tout
254. **ba** Monsieur, elle a... c'était juste (correcte) là ? ce que j'avais dit ?
255. **P** Par rapport à l'explication sur la lampe ... euh, une lampe brille plus que 20 lampe
256. **ba** Oui ou un million ... non pas plus ...égal
257. **P** 20 lampes brillent autant qu'une lampe, c'est ça ?
258. **ba** Une lampe à côté d'une pile ... et euh 20 lampes en circuit en parallèle
259. **P** D'accord ... je crois que tu l'as vérifié avec 4 lampes ... en fait, que tu mettes une lampe ou 4 lampes dans un circuit en parallèle, elles brillent comment ?
260. **ba** pareil
261. **E** pas pareil
262. **ba** Pareil (puis parle en terme d'énergie puis revient à sa question) ... et un million ça marche aussi ?
263. **P** Un million ça fait beaucoup quand même (rires), la logique voudrais que ça fonctionne, mais il y a d'autres paramètres qui rentrent ...
264. **E** Non, mais il y a... (inaudible), c'est une question de pile parce que ...
265. **P** Oui ... Cristelle, tu peux nous lire la suite ? tu voulais poser une question ou dire quelque chose ?
266. **cr** Moi je voulais lire
267. **P** Vas-y
268. **cr** Tu sait maintenant réaliser différents montages ... (toute la classe, bruit...)
269. **P** Attends attends attends, y a Guidoline et sophie qui ne t'écoutent pas ... vous parlez des circuit ou d'autres choses ?
270. **so** Non ... de l'heure on parle
271. **P** De l'heure ? ... c'est un circuit comment l'heure ?
272. **E** (tous ensemble) En tournant ... c'est pas un circuit ... à aiguilles...
273. **P** D'accord ... vas-y Cristelle
274. **cr** (Lit la question) Tu sais maintenant réaliser différents montages électriques et plusieurs types de

circuits ... grâce à tes connaissances et ce que tu as appris au cours des séances précédentes, je pense que tu peux résoudre l'énigme suivante ... peux-tu éclairer et éteindre chaque pièce de la maquette indépendamment les unes des autres... expliques comment tu vas t'y prendre, le matériel que tu vas utiliser, le montage et le circuit que tu vas choisir... n'oublie pas de schématiser ta réalisation

275. **P** Bien, qui n'a rien compris du tout ?
276. **E** Christelle n'a pas compris
277. **P** Cristelle, tu n'as pas compris ce que tu as lu ? ... (cristelle hoche la tête) ... c'est compliqué alors ce que j'ai écrit.
278. **cr** ça veut dire quoi indépendamment ?
279. **P** Indépendamment ça vient de quel mot ? (plusieurs parlent en même temps) ...
280. **E** Indépendant
281. **P** Indépendant
282. **E** Ah, dans la vie (inaudible)... c'est pas un type sympa
283. **E1** on n'a pas besoin des autres pour faire une chose
284. **P** On n'a pas besoin des autres pour faire quelque chose quand tu es indépendant... hein ? ... donc qu'est-ce que je demande ?
285. **do** Ben d'expliquer comment on va s'y prendre
286. **P** ben oui, mais pour faire quoi ?
287. **do** Pour faire.. euh
288. **P** Ah tu expliques
289. **E** (un autre) Ah, c'est bon monsieur ... j'ai compris
290. **P** Moi je veux bien que tu m'expliques comment tu vas t'y prendre, mais est-ce que tu sais ce que tu dois faire avant d'euh... m'expliquer comment tu vas t'y prendre ?
291. **do** Non
Alors comment tu peux m'expliquer comment tu vas t'y prendre si toi tu ne sais pas ce que tu dois faire ? ... Est-ce que la première chose c'est de chercher ce que tu dois faire ou d'expliquer comment tu vas t'y prendre ?
292. **P** Ben de chercher comment on va faire
293. **do** Comment tu vas chercher comment on va faire ? ... pour faire quoi ?
294. **do** Ben ... la maquette
295. **P** Tu dois faire une maquette là ?
296. **E** Non ... non monsieur (plusieurs demandent la parole)
297. **P** C'est des questions que je te pose parce qu'euh ... je ne sais pas toi ce que tu veux faire
298. **E** Monsieur vous savez ... mais vous ne voulez pas le dire
299. **P** Oui mais ... non je ne sais pas comment il va s'y prendre ... si je lui pose la question c'est que je ne sais pas comment il veut s'y prendre
300. **E** Monsieur c'est un circuit qu'on va ... c'est la même chose que ... (plusieurs parlent en même temps)
301. **P** Qu'est-ce qui veut bien expliquer à Donovan ce qu'il y a à faire ? ... Sophie ?
302. **so** En fait il faut euh ... tu demandes si tu peux éteindre ou allumer chaque pièce de ta maison ... enfin (sourires) la maquette
303. **P** Et est-ce qu'euh ... quand je marque indépendamment ça veut dire quoi ?
304. **E** Ben seul ... seul
305. **P** Seul ... c'est à dire ?
306. **pa** Sans aide de personne ... de nous
307. **P** Vous êtes allés loin là ... qui a compris autrement ? Bastien ?
308. **ba** Ben....
309. **P** Tu as dit que t'avais compris tout à l'heure ?
310. **ba** Ah ben oui ... comment dire ?... déjà il faut faire un montage électrique... et faut que... euh... les ampoules soient euh ... allumées ... mais indépendamment ... (plusieurs parlent en même temps) ... faut faire la maquette
311. **P** D'accord... Déborah ? tu comprends les choses comment toi ?
312. **dé** Ben euh ... en fait c'est pour voir euh ... si la maquette de la maison ... si on peut l'éteindre... ou l'allumer
313. **P** Si on peut l'éteindre entièrement ou euh ... éteindre chaque pièce ?
314. **dé** Chaque pièce
315. **P** D'accord
316. **dé** L'une et euh ... les autres
317. **P** Voilà ... est-ce que ça veut dire que je vais commander l'allumage ou l'éclairage ... une seule fois

- pour toute la maison ? ... ou indépendamment pour chaque pièce ?
319. **dé** Indépendamment pour chaque pièce
320. **P** D'accord ... est-ce que c'est clair pour tout le monde ?... ce qu'il y a à faire ?
321. **E** Oui (collectivement, chacun essayant de rajouter son explication)
322. **P** Ne parlez pas tous en même temps ... j'arrive pas à entendre tout le monde quand vous parlez tous en même temps
323. **pa** Moi ce que j'ai compris ... c'est que ... faut allumer des ampoules mais euh ... pas en même temps.
324. **P** Oui
325. **pa** C'est à dire que ... par exemple j'éclaire euh... on dit que là c'est coupé ... j'éclaire cette pièce et les autres elles sont éteintes
326. **P** D'accord ... et Thomas ? ... les pièces ... si je décide de toutes les éclairer par exemple ... elles doivent être éclairées toutes avec la même force ou ... y en a qui peuvent être plus ou moins ... euh
327. **to** Y en a qui peuvent être moins allumées que ... d'autres
328. **P** Donc j'ai mal formulé ma question ... (plusieurs demandent la parole) oui ?
329. **al** Ben non ... parce que si on éteint qu'une ampoule à la fois ... et ben elles vont toutes éclairer de la même force
330. **P** Voilà ... (puis s'adressant à un autre élève qui venait de dire quelque chose) oui je comprends ce que tu veux dire, parce que maintenant avec les éclairages halogènes ... on peut régler dans les maisons ... la force de la luminosité
331. **E** Monsieur ... (inaudible)
332. **P** Elle n'a pas fini ... (puis s'adressant à un autre élève qui venait de dire quelque chose) si je crois ... tu n'as pas vu... tu as terminé ?... Sophie ? (qui demandait la parole)
333. **so** Chez moi, la lumière quand t'appuies sur le bouton ça fait des ... ça allume super fort et après ça s'éteint (en faisant le geste de la main signifiant progressivement) ... mais pas comme quand t'appuie sur un bouton et que ça s'éteint tout de suite, ça euh ...
334. **P** C'est progressif ?
335. **so** Voilà oui
336. **P** d'accord ... David ?
337. **da** En fait il faut ... quand on a allumé le montage, il faut essayer d'en éteindre...
338. **P** Non parce qu'il y a Damien qui parle en même temps que toi ... j'arrive pas à entendre ... tu reprends
339. **da** Alors il faut faire un montage pour que les ampoules s'éclairent ... et une par une ... enfin n'importe lesquelles ... il faudrait essayer de les éteindre, tout seul, il faut pas que les autres s'éteignent aussi
340. **P** D'accord, oui
341. **ba** Mais c'est trop facile... on l'a déjà fait !
342. **P** Non
343. **da** Non ... ben si Monsieur ... on a fait mais au hasard
344. **ba** Monsieur ? je peux dire ce que je pense ?
345. **P** Oui, vas-y
346. **ba** Un circuit en parallèle ... ça s'éteint et ça s'allume ... euh, on dévisse...
347. **E1** On pourrait avoir des interrupteurs
348. **P** Oui ... sans dévisser les ampoules
349. **ba** Ben oui ... eh ben on débranche un fil ?
350. **P** Sans débrancher les fils
351. **E** (tous parlent en même temps) ... il a dit qu'il allait nous donner des interrupteurs
352. **P** Pour l'instant je vais noter toutes les informations... alors ce que vous allez faire maintenant, c'est ... y en a un par groupe qui va aller chercher la maquette (certains élèves se lèvent) ... Attendez j'ai pas terminé ... là je vous demande de sortir de votre histoire et m'écouter encore un peu plus ... pour plus d'information
353. **E** D'accord
354. **P** Donc vous allez prendre la maquette ... ensuite vous allez inventorier, c'est-à-dire faire la liste du matériel ... nécessaire pour répondre à la consigne... et c'est moi qui aurais la banque du matériel ... donc une fois que vous aurez fait la liste, vous pourrez venir ... je vous rappelle qu'il y a quatre pièces à éclairer ... et que dans ces quatre pièces il faut que les lampes brillent toutes de la même façon ... et que vous puissiez éteindre ou allumer les ampoules indépendamment les une des autres ... d'accord ?
355. **E** Avec l'interrupteur ?

- Y a des interrupteurs à votre disposition ... Allez-y ... calmement ... il vous reste 5 secondes ... (les élèves vont chercher leurs maquettes et les discussions commencent au niveau des différents binômes) ... Donc ... s'il vous plaît, sur votre feuille n°7... sur votre feuille n°7, j'aimerais voir apparaître la liste du matériel ... même si vous en avez déjà dans vos maquettes ... marquez quand même la liste du matériel nécessaire (tout les binômes s'activent et parlent en même temps) ... Alexis, vas-y ?
356. **P**
357. **al** Monsieur, on a trouvé (montrant des fils) ... on s'en sert ?
358. **P** On va d'abord prendre des fils avec pinces crocodiles ... d'accord ?
359. **so** On le met la dessus monsieur (en montrant son cahier) ?
Tu peux écrire directement sur ta feuille la liste du matériel nécessaire ... par contre quand vous viendrez chercher du matériel ... euh, là il faudra que ce soit, soit sur votre cahier d'essais ... pour compléter ce que vous avez déjà ... d'accord ?
360. **P**
361. **E** Monsieur ... (inaudible)
362. **P** Fais ta liste d'abord ... et tu vas te rendre compte de quoi tu as besoin
363. **E** Oui, mais ... (les élèves manipulent, notent sur leur feuille, discutent entre eux)
364. **E** (inaudible)
365. **P** Est-ce que tu as écouté ce que j'ai dit ?
366. **E** On met la liste du matériel
Je répète, je répète... pour ceux qui n'étaient pas à l'écoute ... faites la liste de tout le matériel dont vous ... même si vous l'avez ... dont vous avez besoin ... et ensuite vous allez voir ce qui vous manque et vous viendrez le chercher
367. **P**
368. **E** Où ?
369. **P** C'est ici
370. **da** Monsieur, on est obligé d'avoir quatre ampoules à demander je crois

Commence le travail par binômes. Les élèves discutent entre eux demandent des informations à Philippe par moments, circulent, vont chercher du matériel chez Philippe, manipulent ...
Philippe circule entre les binômes, regarde les montages, pose des questions aux binômes, aide à réparer les défauts de contact ...

371. **P** Est-ce que ça pourrait être moins fort ? ...

Dans le groupe de Pauline :

372. **P** Je vous rappelle jeunes gens que ... c'est un travail à deux
373. **pa** oui
374. **P** Pour l'instant je vois deux montages indépendants ... chacun fait euh ...
375. **pa** On vérifie les interrupteurs parce qu'ils marchent pas
376. **P** Je vérifie quand même s'ils fonctionnent ou pas ces interrupteurs
377. **pa** Y en a qui fonctionnent et y en a ... on les a tous essayé, ils marchent pas
(Phil teste l'interrupteur et la lampe, puis va en chercher d'autres) ... est-ce que le niveau sonore peut baisser un petit peu s'il vous plaît (s'adressant à la classe) ? eh c'est trop bruyant ... Damien ... Damien ... pour tout le monde j'aimerais qu'on baisse le niveau sonore ... merci
378. **P**
379. **pa** éclairer les ampoules et euh ...
380. **P** C'est éclairer les ampoules ou les pièces ?
381. **pa** Les pièces ... mais pas en même temps, quoi
382. **P** oui
383. **pa** inaudible
384. **P** Vous avez réussi à mettre 4 lampes ... et à les éteindre et à les allumer quand vous voulez ?
385. **pa** Oui
Ben montrez-moi, je ne vois rien pour l'instant ... on utilise qu'une pile, là je ne vois qu'une ampoule qu'un circuit ... et là je vois deux circuits ... (le binôme semble avoir un problème au niveau du montage) ... qu'est-ce qui se passe ? ... ah y a peut-être un problème de contact
386. **P**
387. **pa** Mais j'ai remarqué un petit truc, c'est que si par exemple je mets l'interrupteur là (en montrant le bout du circuit) et la pile là (l'autre bout du circuit) ça marche pas
(continue à chercher le problème de la panne soulevé précédemment) c'est un problème d'interrupteur, attendez je vais voir (il repart le changer
388. **P**

Après un long moment de travail pas binôme pendant lequel les élèves ont cherché à schématiser et à manipuler, Philippe pour la classe entière :

389. **P** Je vous donne de nouvelles informations pour faire vos schémas ... Il existe des symboles pour

représenter une pile ... pour représenter une ampoule ou une lampe pour représenter un interrupteur ... je vais vous les donner pour que vous puissiez les utiliser dans vos schémas ... donc (en dessinant au tableau)... une ampoule ça se représente comme ça ... enfin c'est une des représentations parce que j'ai vu qu'il en existait d'autres, avec les deux bornes, d'accord... un interrupteur ... quand le circuit est ouvert c'est comme ça... et quand le circuit est fermé ça va être comment à votre avis ?

390. **da** Fermé, la barre ...
 391. **P** La petite barre va toucher le ... euh le cercle ici, d'accord... et la pile ? ... (en dessinant) ... donc on a ...
 392. **E** (en poursuivant sa manipulation) Monsieur c'est normal que ça marche pas avec ce fil ?
 393. **P** Le ?
 394. **E** C'est normal que ça ne marche pas avec ce fil ?
 395. **P** Ah si ! normalement ça doit marcher hein !
 396. **E** Normalement... normalement
 397. **P** Voilà essentiellement ce dont vous avez besoin [pour faire les schémas]
 398. **E1** Monsieur vous avez dit ...
 399. **E2** Monsieur c'est quoi ...
 400. **P** Donc derrière votre feuille, il serait important de noter ces symboles, puisque c'est ceux que vous utiliserez à l'avenir
 401. **E** Ah ici [dans notre groupe] les interrupteurs on a fait un ...euh un rectangle...
 402. **P** Pourquoi on a pris des symboles, c'est pour que tout le monde comprenne la lecture des schémas, d'accord ? ... parce que si chacun ait son symbole personnel on ne peut pas ... euh communiquer le schéma, on peut pas s'en sortir ... il faudra un décodage à chaque fois

Philippe est de nouveau avec le binôme de Pauline

403. **pa** Monsieur vous avez oublié de nous donner notre interrupteur (le binôme qui avaient un pb de contact au niveau de leur montage)
 404. **P** Non je vous ai donné ce que vous m'avez demandé, mais j'ai pas remplacé... si je l'ai remplacé l'interrupteur... (il cherche sur leur table..) Bon je vais en chercher un autre.
 405. **pa** Ah oui oui c'est bon (elle retrouve son interrupteur par terre) ... c'est qu'on y arrive pas avec les fils ... c'est très dur (problème de mauvais contact, de fil qui se détachent)
 406. **P** (Il essaye de réparer le problème de contact des fils) ... là est-ce que ça peut euh ... est-ce qu'il y a un contact ? (au niveau de la douille) ... en fait il faudrait qu'on puisse dévisser ... (il visse convenablement le fil à la douille avec des ciseaux)

Philippe circule et aide les élèves des autres groupes à régler les problèmes de contact au niveau de la douille

407. **P** J'aimerais qu'on fasse le point pour savoir où tout le monde en est
 408. **E** (tous en même temps) Oh non !
 (va voir deux autres binômes, puis revient au tableau) ...est-ce qu'on pourrait arrêter de manipuler s'il vous plaît ? ... Guindoline ? qu'on fasse le point ... Alexis ? Assieds toi s'il te plaît ...
 409. **P** Sandrine et Quentin ? on fait le point s'il vous plaît ...j'aimerais le silence Pauline ... Justine, j'ai demandé qu'on arrête de manipuler ... je ne répond à aucune question pour l'instant, je veux qu'on arrête de manipuler, sinon vous ne serez pas à l'écoute ... bien, est-ce que tout le monde a réussi à allumer ses quatre ampoules et à les éteindre ?
 410. **E** Ouiiiiii (collectif)
 411. **P** Qui n'est pas arrivé ? (Trois binômes lèvent la main)
 412. **E** nous à cause des fils
 Vous avez pourtant fait un circuit, hein, vous aussi ... mais quel était le problème ? (plusieurs parlent en même temps) ... Est-ce que vous pouvez les laisser parler, puisque c'est eux qui ont rencontré le problème ? ... merci ... allez-y... Damien
 413. **P** C'est quand j'éteignais un ... euh, un interrupteur... tout s'éteignait
 414. **da** C'est quand j'éteignais un ... euh, un interrupteur... tout s'éteignait
 415. **P** Donc, est-ce que je peux dessiner au tableau ton euh ... le montage que tu as réalisé ?
 416. **da** Oui
 417. **E1** Eh ben c'est comme nous en fait
 418. **E2** (en murmurant) je sais pourquoi
 419. **P** Donc je vais faire partir ... vous me dites si c'est juste hein ? ... la pile ?
 420. **da** Ouais
 421. **P** Euh ... il y avait un interrupteur (en faisant le schéma)...
 422. **da** D'toutes façons c'est pas un circuit en euh... en déviation...
 423. **P** En déviation ou en dérivation ?

424. **da** ... En dérivation (réponse collective), c'est qu'il y avait les interrupteurs
425. **P** D'accord
426. **E** En fait c'est ces interrupteurs qui en dérivation ça marche pas
427. **P** Est-ce que on peut avoir le silence s'il vous plaît ? et vous levez la main si vous voulez intervenir ... combien y avait de lampes ?
428. **E** Quatre
429. **P** Donc là vous êtes repartis d'ici, interrupteur (en dessinant au tableau)
430. **da** ampoule
431. **P** Oui ... (dessine) ensuite vous êtes repartis d'ici, interrupteur... (il dessine le circuit), voilà... un deux trois (compte les lampes)
432. **E** Monsieur si le premier interrupteur on l'ouvre et ben ...
433. **P** Eh bien, si tu as compris, on va voir si tu peux résoudre le problème... Donc quel est le problème ? (fig 4)
434. **da** C'est que si je ... euh ... si je ferme le premier interrupteur... et ben tout ne marche pas ... et si je l'allume tout marche
435. **P** Alors ...
436. **E** (un autre élève) Ben c'est normal
437. **P** Je crois que j'ai fait une erreur dans mon dessin, on va la trouver tout de suite ... quand l'interrupteur est fermé, le courant circule, euh... le courant circule ou ne circule pas ?
438. **E** Ne circule pas
439. **P** C'est-à-dire ?
440. **E** Quand il est fermé... ah il est fermé
441. **P** Voilà un interrupteur fermé (faisant le dessin) ... avec la lampe ici ...
442. **da** Non, il circule
443. **P** ... Et la pile ici (termine de dessiner) (fig 5)
444. **E** Il circule
445. **P** il circule... si je l'ouvre (fig 5')
446. **pa** Il est fermé ... là t'as mis tout ... éteint
447. **P** C'est fermé ici ?
448. **E** Non
449. **pa** Et là t'as éteint
450. **P** Là c'est éteint, d'accord ... Donc je corrige un petit peu mes interrupteurs (écrit au tableau) ... les circuits sont fermés (fig4')
451. **da** Sauf que lui il est ouvert, et ben tout est fermé
452. **P** Voilà ... ici tout est éteint... oui (à l'attention d'un élève qui lui parle) vous, vous avez aussi expérimenté ça tout à l'heure ?
453. **E** Oui
454. **da** Je sais pourquoi
455. **pa** Moi aussi
456. **P** Oui, vas-y
457. **da** C'est parce que ... les deux premiers fils ... c'est ceux qui sont reliés à la pile
458. **P** Oui
459. **da** Donc c'est eux qui commandent tout le ... euh
460. **P** Toutes les autres dépendent de ce branchement là
461. **da** Voilà
462. **P** Pauline ? (qui demande la parole)
463. **pa** C'est un peu le circuit en série parce que les fils sont attachés au ... euh ... c'est tout ensemble en fait
464. **P** Euh alors ...
465. **pa** (poursuit) En fait moi je dirais que c'est le circuit en série parce que les fils sont toujours ... mmmh ...
466. **P** Attends, excuses-moi mais... Clément, Loïc et David ... (ne suivent pas et discutent entre eux)... (reprend) parce qu'en fait tous les fils sont reliés aux mêmes ampoules et aux mêmes ... euh... enfin aux mêmes interrupteurs.
467. **pa** Mmh mmh
468. **P** Mmh mmh
469. **pa** Alors, en fait c'est parce que ... ils ont tout attaché en même temps, alors s'ils étaient un interrupteur c'est normal que ça éclaire tout, quoi
470. **P** Oui... est-ce qu'avec ce montage là on répond à la consigne ?
471. **E** (Plusieurs) Non ...non
472. **da** Moi j'ai vu dès le premier coup, mais ... Guindoline (sa coéquipière) a voulu voir si ça marchait

473. **P** Elle a bien fait de voir jusqu'au bout...
474. **E** Oui ... mais ça a raté en fait ... tous s'allument en même temps
475. **P** Ceux qui ont pu répondre à la consigne ... quel type de circuit vous avez fait ? ... on va laisser les deux parce que ... peut-être qu'il y a des solutions à trouver avec ce système
476. **E** Monsieur ? nous on a fait parallèle ... mais ça n'a pas marché ... ça n'a pas éclairé la maison
477. **P** Alors ... donc on va ... dessiner le circuit que vous avez réalisé... attendez, là c'est juste la synthèse de ce qui a été fait (dessine au tableau)
478. **so** Monsieur ? même si on n'a pas réussi on fait avec le dessin que euh ... ?
Attends, je n'ai pas demandé de faire le dessin pour l'instant, le schéma ... c'est [d'abord] comprendre ce qui se passe ... donc pour ceux qui ont réalisé... je crois que j'avais demandé d'arrêter de manipuler, mais visiblement je n'ai pas été entendu... (silence) ... oui vas-y (Bastien demande la parole)
479. **P** Moi, enfin nous deux on avait essayé quelque chose ... c'était un peu comme ont fait Damien et
480. **ba** Guindoline ... mais sauf que nous en fait on n'a pas relié aux ampoules ... on a fait un circuit en série en ajoutant les ... euh ...
481. **E** interrupteurs
482. **ba** des interrupteurs
483. **P** C'est-à-dire ?
484. **ba** En fait, euh ... en fait il nous a fallu donc plus de fils ... puisque normalement dans le circuit en série on n'a pas besoin de 8 [fils] ... donc là il y avait plus quatre interrupteurs ... donc ça en fait 4 de plus, 4 fils de plus ... donc ... euh ... en fait, on a réussi à toutes les allumer ... mais euh ... c'est vraiment euh ...
485. **P** Ce que je ne comprends pas c'est euh ... quand vous dites circuit en série
486. **ba** En fait tout était ...euh ...tout était relié ... toutes les lampes étaient reliées avec les interrupteurs... en fait le seul détail qui faisait que c'était pas un circuit en série ... c'est qu'il y avait les interrupteurs
487. **P** D'accord
488. **ba** Donc après on a vu que ça n'allumait pas euh ...
489. **P** Pas beaucoup
490. **ba** pas beaucoup par rapport à toutes ... tout ce qu'avaient fait les autres ... donc on a essayé quelque chose d'autre et puis voilà
491. **P** Et ça fonctionne ?
492. **ba** Oui
493. **P** D'accord ... donc, d'après ce que j'ai vu sur vos tables, vous avez presque tous réalisé ce type de montage ... avec quatre pinces crocodiles sur une lame ... quatre pinces crocodiles sur l'autre ... donc le circuit en parallèle du début... donc effectivement l'interrupteur est monté en série avec une ampoule, hein, puisqu'ils sont sur le même circuit ... oui ? (Pauline demande la parole)
494. **pa** Moi je ne comprends pas ... parce que Damien et Guindoline qu'ils ont pas vu tout de suite que c'est un... un circuit en série, parce que ...
495. **P** C'est pas un circuit en série
496. **E** en dérivation
497. **pa** oui mais un peu... un peu ... euh en série encore parce que ...
498. **P** Non, on retrouve les inconvénients du circuit en série, je suis d'accord avec toi.
499. **pa** Et puis je me demande pourquoi ils n'ont pas trouvé que ça éclaire un petit peu moins ... quand même ... ça devait éclairer un tout petit peu moins
500. **P** Est-ce que ça éclairait moins ?
501. **E1** Non, ça éclairait comme s'éclairait une ampoule en parallèle
502. **E2** C'est bon c'est pas une attaque
503. **P** Tu l'as pris comme une attaque ? (rires)
504. **pa** Non
505. **P** On a vu ce type de circuit en dérivation ... les ampoules brillaient ... on l'a écrit en début de séance
506. **pa** Il y a quand même ... y a quand même beaucoup de fils, quand même, alors... euh ...
507. **P** Est-ce que ... on va comparer, tiens, est-ce qu'il y a plus de fils ici (fig4') qu'ici (fig6) ... ou est-ce qu'on a autant, ou est-ce que ... ?
508. **E** Autant (plusieurs)
509. **P** Ouais ... donc tu vois
510. **pa** Oui, mais c'est pas vraiment pareil, parce que c'est pas ensemble, c'est pas euh ...
511. **P** C'est-à-dire ?
512. **pa** C'est pas rattaché ensemble ... c'est rattaché à la pile

513. **P** Oui, là tous les circuits sont rattachés à la pile (fig6), alors que là...
514. **pa** Alors que là chaque circuit est ...
515. **P** Chaque circuit est rattaché à un autre (fig4')
516. **pa** Ouais
517. **P** Ceux qui ont essayé de mettre ce montage dans la maison?... Cristelle ?
518. **cr** On ne peut pas le mettre dans la maison
519. **P** Pourquoi ?
520. **cr** Parce que si on met une dans une pièce, l'autre on peut pas la mettre dans l'autre pièce
521. **P** Pourquoi ?
522. **cr** Parce que ils sont pas de la même euh ... enfin ils sont tous de la même longueur
523. **P** Oui, c'est exact
524. **E** Donc ça ne marche pas
525. **P** Pourquoi ça ne marche ? quelqu'un peut-il m'expliquer ?
526. **cr** Ben si on en met une dans une pièce, par exemple on la met là ... la porte elle est là ... l'autre comme elle est raccrochée, on ne peut pas la mettre, en venant devant et on veut la mettre là, mais on ne peut pas parce que c'est la même longueur.
527. **P** Ah oui
528. **E** Ben Sinon on passe par les murs ou par dessus
529. **cr** On peut pas passer par là ... (les portes)
530. **P** on ne peut pas passer par les portes ?...
531. **cr** Ça va pas suffire, c'est pas assez long (la longueur des fils)
532. **E1** On passe dessus ...
533. **E2** Ou on fait des trous dans les murs
534. **P** si je fait le dessin de euh ... le schéma de la maison (dessine au tableau)... la pile est ici ... je vais faire les fils en bleu pour qu'on se repère un petit peu (fig7)
Monsieur moi ... aussi nous ça ... euh ... des fois ça allait pas parce que ... déjà y a trop de fils ... parce que les fils allaient tous dans une gaine dans la pièce où il y avait la porte de sortie ... et puis y avait des ... mmh ... y avait des fils qui étaient trop courts, alors nous il y avait un interrupteur qui allait dans cette pièce, dans cette euh ... grande maison ... Alexis (son coéquipier) l'a pris et l'a passé par dessus le mur ... pour voir
535. **pa**
536. **P** T'es pas passée par les portes alors ?
537. **pa** Si, si ... mais juste un qu'il a passé par le mur
538. **E** Mais Alexis c'est un fantôme
539. **P** D'accord ... donc (dessinant au tableau) là j'ai mon premier fil ... avec mon interrupteur ... ma lampe ... voilà... celui-là il pourrait fonctionner comme ça ... ensuite il faut que j'aie...
540. **E1** Monsieur, il faut mettre la pile dans la maison
541. **E2** Vous pouvez pas passer par dessus les murs ?
542. **P** Ben pour l'instant, on a fait des portes
543. **E3** Il faut qu'il y ait un toit
544. **P** Deuxième interrupteur (poursuit son dessin au tableau)
545. **da** Mais là le fil il est euh ... normalement il doit être aussi long ... en tous cas il est plus long
546. **E** Il faut essayer de le mettre le plus vers la porte
547. **E** Il faudrait une deuxième porte d'entrée
548. **E** Il faut mettre la pile dans la maison
549. **E** Il faudrait une deuxième porte de sortie
550. **E** Monsieur, je peux venir au tableau pour vous montrer ?
551. **P** Oui
552. **al** Eh, monsieur, ... par contre si on fait une autre porte d'entrée et ben ...
553. **P** Pourquoi une autre porte d'entrée ?
(explique le raisonnement d'Alexis, son coéquipier) Et ben parce qu'il y a trop de fils dans une
554. **pa** pièce
555. **al** Et ben par contre là y aurait besoin de 2 piles
556. **P** C'est à dire si on fait par exemple rentrer des fils comme ça et sortir là de ce côté ? (fig7)
557. **al** Eh même... on pourra pas monsieur, si par exemple (poursuit son idée en montrant sur le schéma 7) faire ce fil comme ça ... mettre ce fil là ... faire la porte d'entrée pour ce qui y a là...
558. **E1** Monsieur, et même on pourra pas
559. **E2** Quatre portes d'entrée, moi je pense et faudrait 2 piles
560. **P** Excusez-moi mais vous parlez tous en même temps ... écoutez-vous, écoutez-vous
561. **E3** Là il faudrait une autre pile ... parce que après, si on met celle là, ça va revenir au même
562. **ju** Et même, on pourra pas Monsieur parce que si on met une pile ... si on fait un trou, comme

- c'est la même longueur, ça fera pas passer le deuxième fil dans l'autre pièce ... le deuxième circuit ... puisqu'il y a d'autres circuits, et ben le deuxième circuit il pourra pas passer dans la deuxième, pièce puisque c'est la même longueur
- Qu'est-ce que t'en penses Quentin de ce qu'elle vient de dire ? (Silence, sans réaction) ... là tu peux rien penser puisque tu n'as écouté... ce qui est important c'est d'écouter ce que font les autres pour améliorer aussi ce que l'on fait soi-même... hein ! ... puisque visiblement tu n'as encore pas trouvé toi non plus la solution ... puisque apparemment on cherche une solution à quelque chose
563. **P**
564. **ju** Monsieur il nous faut alors ... carrément il faut mettre une porte à chaque pièce ... quatre piles... et puis ...
565. **P** Non, on a dit qu'on éclaire au départ avec une pile...
566. **ju** Même si on met une autre pile avec deux circuits dessus, ça ne marche pas, parce que si ...
567. **P** Bon, par rapport à tout ce que vous venez de chercher, qu'est-ce qu'on peut dire ?
568. **ju** Ben le courant ... il va pas dans la maison parce que...
569. **E** Y a trop de fils
570. **ju** Parce que c'est la même longueur ... c'est pour ça
571. **cl** Monsieur (il passe au tableau en courant), y aura un interrupteur ici, un ici, un ici et un ici ... et y aura pas besoin d'autant de fils...
572. **P** Avec un circuit en série ?
573. **cl** Oui
574. **P** Oui, mais le problème du circuit en série c'est lequel ?
575. **E** Ça éclaire ... les ampoules s'allument faiblement
- Oui les ampoules s'allument faiblement, et en plus si tu éteins le premier interrupteur, toutes les autres s'éteignent aussi ... Bien, ce que je vous invite à faire maintenant, c'est à expliquer votre montage, même si c'est celui en dérivation, à expliquer sur votre feuille et à schématiser aussi sur votre feuille
576. **P**
577. **E** Monsieur, on schématise d'abord ou ?
578. **P** Il faut faire les deux.
579. **E** (inaudible)
- On va pas la trouver aujourd'hui la solution parce que c'est moins 25 [minutes] ... (Brouhaha) ... Non ce n'est pas ce que j'attends (à des élèves lui montrent leurs fiches) ... Derrière votre feuille, il faudrait refaire les deux types de montages qui ont été trouvés (fig4' et fig6)... Donc si vous en avez déjà fait un, il faut redessiner l'autre ... laissez vos matériaux, vos matériels maintenant ... Allez rapidement ... Pauline, Pauline ...vous avez un travail à faire maintenant ... Chut ... concentrez-vous un petit peu sur ce qu'il y a à schématiser et à écrire
580. **P**
581. **pa** Monsieur ? là on peut les faire par exemple toutes éteintes ou toutes éclairées les ampoules
582. **P** On peut les faire ?
583. **pa** On peut les éteindre ou les éclairer les ampoules
584. **da** Notre dessin on le fait ici ?
585. **P** Y a un espace pour le schéma oui
586. **ro** Moi je le fait derrière
587. **P** Pourquoi ? tu n'as plus de place Robin ?
588. **ro** Si
589. **E1** Et déjà il faut expliquer comment on a fait
590. **E2** Nous on a déjà fait le schéma
591. **P** D'accord
592. **ju** Monsieur, il faut expliquer comment on a fait ? Ben comment on a fait le dessin ! comment on l'a branché
593. **E2** Ben nous monsieur on a fait comme ça
594. **P** Expliquez ce que vous avez fait... il faut que tu expliques... avec des mots ... Je ramasse les fils (en passant dans les rangs)
595. **E** (Inaudible)
596. **P** On le reprendra de toute façons ça ... pour essayer de trouver la solution ... vous démonter vos ...
597. **E1** Monsieur on va en faire encore des montages ? après ?
598. **E2** C'est maintenant le démontage
599. **E3** Monsieur les ampoules on les garde dans notre maison [en carton] ?
600. **P** Euh ... oui parce que ...
601. **E** Monsieur j'ai remarqué quelque chose ... celle-là (inaudible)
602. **E** Monsieur on fait les 3 schémas ? Oh
603. **P** Non les 2, celui-là (fig4') et celui-là (fig6)

604. **E** Monsieur ça peut aller si je euh ...? ah non attendez c'est pas ça
605. **P** Tiens montre moi ton
606. **E** Pour les deux dessins ?

**Ecole primaire
01310 – SAINT MARTIN LE CHATEL**

**Notre
école**

en
quelques
mots

Caractéristiques

Elèves : 92

Classes : 4 (PS/MS – GS/CP – CE1/CE2 – CM1/CM2)

Secteur : Deuxième couronne de Bourg en Bresse.

Tissu associatif restreint et pratiques culturelles peu importantes.

Bibliothèque municipale richement dotée, animée par des bénévoles dynamiques.

Spécificités :

Aide-Educateur à mi temps.

65% des élèves prennent leur repas de midi à l'école (les 2 parents travaillent à l'extérieur du village).

10%, selon le jour de la semaine, fréquentent la garderie du matin et/ou du soir.

Dispersion spatiale des classes et absence d'espaces communs.

Ancien projet d'école (1998-2001)

« Expérimenter, communiquer, créer pour réussir »

Nouveau projet d'école (2001-2004)

« En créant, communiquant, expérimentant, qu'est-ce que j'apprends ? »

Les habitudes de l'école

- Travail d'équipe sur des « projets » : main à la pâte, activités culturelles et artistiques
- « Mobilisation générale » sur la pratique de la langue orale et écrite
 - . Harmonisation des pratiques et des outils : programmations inter-classes (projet-sciences), cahiers-outils de références pour l'élève, référentiels de compétences
 - . Diversification des situations d'apprentissage (ateliers hebdomadaires décloisonnés de lecture-écriture, correspondance scolaire, fréquentation régulière de la bibliothèque municipale)
 - . Objectif d'enrichissement culturel par le biais des domaines scientifique, technologique et artistique (classe musicale,)

Les « engagements » du moment

- Produire des discours de type différents dans des situations diverses avec de véritables enjeux de communication (entre les élèves de la classe, avec d'autres élèves de l'école ou d'autres écoles, avec les parents)
- Développer des pratiques sociales et culturelles.
- Décontextualiser les apprentissages scolaires pour accéder à l'essentiel. D'où l'exigence d'un travail didactique et pédagogique de l'enseignant, des enseignants.

Les constats
qui ont amené la question

- Les enseignants ont relevé un « déficit » dans le langage oral, donc dans le langage écrit, se traduisant par une absence de connaissance de la norme et un manque d'intuition par rapport à la langue.
Question : Ne pourrait-on pas, à partir de ce constat, œuvrer au développement de la communication entre les élèves des 4 classes, que la dispersion spatiale des classes et l'absence d'espaces communs ne favorisent pas a priori ?

- Pour ce faire, nous avons mis en place des ateliers décloisonnés de lecture-écriture qui, quoique contribuant au développement d'interactions entre les élèves, mettent cruellement en exergue la difficulté des élèves à repérer les enjeux « cognitifs » de ces activités ; phénomène s'accroissant même, dès lors que l'activité menée se déroule hors de la classe et de son enseignant de référence.

- Ce phénomène, initialement observé en « atelier », réurgit au sein de nos classes et en situation d'enseignement / apprentissage, nous interpellant sur les liens que les élèves effectuent ou non entre les activités, le réinvestissement d'acquis d'un contexte à un autre, l'expression d'une compétence ...

La question préoccupante

Le fonctionnement en « atelier »

contribue-t-il

à la décontextualisation des apprentissages ?

Oui, à condition que ...

Les hypothèses de travail
qui vont être mises à l'épreuve dans notre expérimentation

H 1 : sur quoi porte l'expérimentation : contenus, objet(s), visée

- Les activités menées durant ces « ateliers » donnent l'occasion aux élèves, sous la houlette de leurs enseignants, de « forger » le sens de leur « scolarisation » et les enjeux (fonction, valeur...) qui président à l'enseignement de leurs objets (théoriques et sensibles). Ainsi, ces « ateliers » devront être suffisamment diversifiés, tant dans les activités qu'ils proposent (*production, expérimentation, expression*) que dans les domaines de savoirs (*scientifiques, artistiques, linguistiques*).
- Ces « ateliers » soient conçus/conduits (par les enseignants) et reconnus (par les élèves) comme des « moments destinés à élaborer de la *communication* ». Communication :
 - . à propos de quelque chose (que je vois, que je fais, que je perçois, que je souhaite dire, que je pense) : la situation, la tâche, l'activité, la méthode, l'objet, la fonction, l'enjeu...
 - . entre personnes (élève/élève, élève/élèves, élèves/intervenants/parents, élève/maître...)
 Communication qui oblige à dépasser l'emprise de la situation et permet d'accéder aux enjeux qui donnent valeur et sens à l'activité scolaire.

H 2 : les conditions-clés de notre expérimentation : pratique, dispositifs et outils associés, ressources

- Profitant de l'hétérogénéité d'âge et de compétence des élèves, de la confrontation des logiques et des représentations, ces ateliers soient conduits en groupes multi-âges.
- Les élèves soient « brassés » au sein de « *parcours* » (main à la pâte, atelier de « montage », parcours artistique, atelier lecture-écriture, journal, parcours à thème : l'euro, l'adoption, le contraste) momentanés et toujours finalisés par une production. On veillera à ce que les moments « portes ouvertes » rendent compte, autant que du produit, des procédures qui l'ont généré et permettent aux élèves d'« institutionnaliser » certaines notions, dès lors inscrites dans le champ social.
- En parallèle, ils donnent lieu à des « retours » et débats au sein de chaque classe ; notamment par la mise en œuvre d'un « cahier de l'atelier », transitant de l'atelier à la classe et de la classe à l'atelier, dont les traces « personnelles » seront provoquées par un questionnement pédagogique et didactique. Ce cahier gagnera à transiter aussi en direction des familles !

**Notre
expérimentation**
(description
des points-clés)

L'atelier scientifique s'adresse à des groupes-classe, de la Moyenne Section de maternelle au CM2, encadrés par l'enseignant (accompagné parfois de l'aide-éducateur).

Les élèves sont confrontés à un « problème » qui apparaît sous forme d'énigme (Pourquoi mon bateau coule? D'où viennent les bulles de l'eau qui bout?) en début de séquence. Nous mettons en œuvre avec les élèves une démarche expérimentale, suivant différentes phases ritualisées. Chaque séquence vise à l'élaboration d'une loi, d'un concept, d'une notion.

La séquence est immuablement constituée de 7 séances :

- les 4 premières s'attachent à construire l'objet d'enseignement / apprentissage,
- les séances 5 et 6 à préparer les « échanges de connaissances » avec les autres élèves de l'école,
- la 7^{ème} séance à l'échange (« la présentation ») lui-même.

N.B : Le même objet (circuit électrique...) est travaillé dans chaque groupe-classe au même moment.

L'originalité de cet atelier réside pour nous dans un travail de contextualisation, mais aussi dans un essai de dé(re)contextualisation, notamment par la « présentation » systématique de l' « activité » par des « groupes d'élèves représentants » aux autres classes qui, elles, n'ont pas vécu l'expérience.

Dans ce moment, se joue pour nous le dépassement de l'activité scolaire

**Questions
connexes
au
dispositif**

- Pistes de questionnement engagées par les enseignants :

1- . « En quoi les différentes phases ritualisées (énigme de départ, hypothèses, vérification, institutionnalisation, phase formelle de « transposition ») et les moments pédagogiques (construction collective de la tâche, travail individuel ou en groupe, synthèse-bilan) de la séquence-atelier avec le groupe-classe contribuent-ils (ou pas) aux processus de (dé)(re)contextualisation ?

. Qu'est-ce qu'une telle démarche révèle des stratégies d'apprentissage et des compétences argumentatives des élèves ? Quels processus d'enseignement peuvent-ils générer les « passages » (de la situation à la tâche, de la tâche à l'enjeu de la tâche, de l'activité individuelle à l'appréhension de l'objet enseigné) ?

. Jusqu'à où la diversification (multiplication ?) des situations d'exploration et d'expérimentation (au service d'une même loi, d'un même concept) favorise-t-elle la construction individuelle de l'objet enseigné ?

. Jusqu'à où peut-on poursuivre l'ambition de faire accéder des élèves d'école primaire à des concepts, des notions et des lois scientifiques ? Quels niveaux de conceptualisation peut-on concevoir dans une séquence ?

2- . Qu'est-ce qui motive un élève à aller « présenter » aux autres classes ? En fonction de quels présupposés... l'enseignant de référence construit-il ce moment de communication hors classe ?

3- . Qu'est-ce qui se dit, est dit, est transmis, à propos de durant la présentation aux autres classes ? Comment fonctionne l'interactivité au sein du groupe « représentant » ? Peut-on observer, toujours au sein de ce groupe, une modification des registres de sens (parler de la tâche, de l'activité, de l'objet, des impressions ressenties, des associations...) en fonction des « réactions » des élèves auditeurs ? Le fait de pouvoir être plus jeune et de donner à voir une forme d'expertise influe-t-il (chez les uns et chez les autres) sur les processus de validation, d'institutionnalisation ... ? »

- De là, lieux, temps relatifs au recueil de traces :

Ecole élémentaire Paul-Emile Victor
30, rue des Tuiliers
69008- LYON

**Notre
école**

en
quelques
mots

Caractéristiques

Elèves : 140 Classes : 6 Choix des classes multi-âges de cycle
Pôle de professeurs d'école maîtres-formateurs auprès de l'IUFM de Lyon
Secteur : urbain
Spécificités :
Contrat éducatif local, 1 assistant technique en bibliothèque centre documentaire / 1jour 1/2
par semaine, 1 aide-éducateur à mi-temps
70% des élèves déjeunent au restaurant scolaire.

Ancien projet d'école (1998-2001)

« Permettre à chaque enfant de développer au maximum ses potentialités. »

Nouveau projet d'école (2001-2004)

« Rendre possible la construction d'un espace scolaire, permettant le travail intellectuel et formant au débat démocratique... Permettre à chacun de se 'faire œuvre de lui-même' (Pestalozzi) »

Les habitudes de l'école

- Collaborations avec intervenants dits extérieurs sur temps d'enseignement, temps d'accompagnement et « mercredi »
- Pratique de cycles en groupes multi-âges
- L'articulation au quotidien de 3 formes de regroupement des élèves :
 - . groupe de vie multi-âges (maître de référence)
 - . groupe de projets (maîtres responsables de projets)
 - . groupe de compétences (groupes de maîtres de cycle)
- Vie coopérative (conseils...) avec forte implication des parents (« groupe-impulseur »)

Les « engagements » du moment

- La « gestion » du temps d'accompagnement périscolaire : matin, midi, soir, mercredi
- L'« évaluation » des actions entreprises
- Réflexions sur la modification des temps de la journée scolaire (liens avec le Contrat éducatif local) : LMJV (8h45-12h15), (15h15-17h15) et mercredi matin.

Les constats

qui ont amené la question

- L'articulation de 3 formes de regroupement des élèves (groupe de vie, groupe de projets, groupe de compétences), telle que nous l'envisageons et la pratiquons au quotidien nous demande un travail important de réflexion et de mise en œuvre, dont nous aimerions bien connaître les effets sur les élèves. Principalement, le regard que ces derniers portent sur ces formes et, par là-même, la cohérence qu'ils pourraient (peuvent) y trouver dans leurs apprentissages scolaires.
- Le travail de « relation à l'objet » que nous essayons de mener dans le groupe multi-âges mériterait sans doute une re-prise (méta)cognitive en groupe moins hétérogène de type laboratoire. Il ne s'agit en rien d'un soutien ou d'un approfondissement provoqués à partir d'un objectif posé ou d'une notion circonscrite.

La question préoccupante

Le « petit laboratoire »

développe-t-il

une réflexivité de l'élève sur les savoirs scolaires ?

Les hypothèses de travail

qui vont être mises à l'épreuve dans notre expérimentation

Oui, à condition que ...

H 1 : sur quoi porte l'expérimentation : contenus, objet(s), visée

- Il est conçu dans un paradigme de la (méta)cognition qui vise non pas à développer une réflexivité de l'élève sur ses propres processus de pensée, mais à travailler l'activité des élèves dans leur relation à l'objet.

- Le petit laboratoire reprend systématiquement un « moment de classe » effectivement vécu qui est passé au « projecteur ». Ce retour permet aux élèves d'identifier un certain nombre d'activités réalisées dans le moment analysé, tout comme les enjeux qu'elles constituent pour l'apprentissage. Il se donne à voir ainsi comme une pratique de l' « étude dirigée ». de plus il permet de montrer aux élèves la cohérence de 3 formes de travail : le groupe de vie, le groupe de projets, le groupe de compétences.

H 2 : les conditions-clés de notre expérimentation : pratique, dispositifs et outils associés, ressource

- Le « petit laboratoire » est supporté par des enregistrements audio ou vidéo sélectionnés par l'enseignant, sur lesquels il fait revenir les élèves. Le recueil de ces « traces » utilisées pourra alors constituer une valise personnelle, la « valise multi-media ».

- Il est pratiqué en groupe à effectif et à niveau d'âge variables, suivant les intentions de l'enseignant.

- Il constitue un lieu et un temps distincts, comme pour mieux soustraire des conditions contextuelles qui ont présidé momentanément à l'activité étudiée.

- Il donne lieu à des « retours » en classe, permettant la réinjection des éléments travaillés pour donner du sens au travail entrepris.

- Un outil personnel et « réflexif » lui soit progressivement associé.

**Notre
expérimentation**
(description
des points-clés)

Le « **petit laboratoire** » s'adresse pour cette première année d'expérimentation à un échantillon restreint d'élèves d'une même classe de cycle. Cependant, tous les élèves de cette classe seront concernés par ce dispositif à un moment ou un autre de l'année.

Il s'agit, au cours d'une séquence de 5 séances, de « mettre le projecteur » sur un moment de classe effectivement vécu, moment de reprise censé « permettre-renforcer » la rencontre effective des élèves avec une notion, un concept... Si une première rencontre a déjà été provoquée par l'enseignant en situation collective, elle nécessite à ses yeux qu'en soient approfondis certains aspects. On gardera cette idée de « profondeur », pour se garder de toute visée de remédiation. Le but de ce laboratoire est bien de développer un certain nombre d'attitudes de questionnement, de réflexion... face aux objets scolaires ...

On s'attachera dans une première année à un travail sur la langue.

Nous pensons ainsi travailler ce qui fut appelé en son temps « étude dirigée », tant nous sommes conscients des obstacles, des voiles... à lever qui, obstruant voire aveuglant les élèves dans leur découverte du monde, exigent de l'enseignant un guidage, rappelant ainsi sa nécessaire direction de l'étude de l'élève.

Chaque mois, un moment de la classe est choisi par l'enseignant pour devenir le support du « petit laboratoire ».

Le premier « labo » a eu lieu dans un autre lieu que la salle de classe et sans support avec uniquement les CE1.

Les autres dans la salle de classe, à des moments de plus en plus rapprochés du moment de référence et avec tous les élèves.

Chaque séance est filmée (vidéo tenue par l'aide-éducateur ou vidéo...

**Questions
connexes
au
dispositif**

- Pistes de questionnement engagées par les enseignants :

- . « L'objet de la séance doit-il être présent ? (contextualisation / décontextualisation) »
- . Comment les élèves vivent-ils ce moment ? Moment d'aide aux apprentissages, moment aidant à la mémorisation de ce qu'ils font ? Comment en parlent-ils à leurs parents ?
- . Quel moyen mobiliser pour savoir si cela aide aux apprentissages ? Est-ce que réfléchir à ce que l'on a fait, à ce que l'on sait aide-t-il à mieux savoir ?
- . Les élèves voient-ils autrement les apprentissages ?
- . Quels sont les critères (au regard de quelles intentions) qui président à la sélection de tel ou tel événement, mis au projecteur et repris dans le petit laboratoire ? Qui choisit ? L'enseignant seul, l'enseignant avec les élèves, les élèves ? Doit-on expliciter les raisons du choix ?
- . Temps de la classe et temps du labo : mais qu'est-ce qui change ou ne change pas quand on parle des mêmes choses ? »

N.B : Descriptif des 4 premiers labos
Labo 1 : A la suite de la remarque d'un élève : « C'est quoi un accent ? »
Labo 2 :
Labo 3 : Le sens d'une absence de parole dans un dialogue qui concerne le personnage principal
Labo 4 : Atelier de négociation graphique

- De là, choix de lieux, et de temps relatifs au recueil de traces.

Du plaisir à l'épreuve

« Je retiens de cette expérience quelque chose de formidable. Cela m'a donné l'impression d'être important. Mon travail et ma personne ont été pris en considération. C'est aussi une reconnaissance intellectuelle ; des personnes extérieures se sont intéressées à mon travail et m'ont donné une belle reconnaissance. La reconnaissance des élèves est importante, c'est du bonheur, mais cela ne suffit peut-être pas. On ne compte pas l'investissement dans un tel travail quand on vit des choses vraiment très fortes, qui plus est qu'on partage entre collègues. Un réel plaisir et une belle aventure humaine, mais une épreuve.

Épreuve, oui, individuelle dans le fait d'avoir à produire et devoir se produire, mais collective aussi.

- Produire et se produire, pouvoir se regarder travailler : on navigue un peu entre deux eaux, dans le paradoxe du plaisir qui fait mal, de la présence extérieure qui rassure et bouscule. Au rythme de deux fois par semaine dans la classe pendant six mois, les séances d'enregistrement au cours desquelles des traces sont prélevées, visionnées et analysées par des professionnels sont autant d'échéances de bien faire. Le côté très amical, très cordial de l'association exige en même temps le professionnalisme et constitue un défi sur le plan personnel. Épreuve de surcroît positive, tant elle a contribué à orienter aussi mon regard sur ce qui fonctionne dans la classe : ne pas voir les effets de mon travail uniquement du côté négatif, ne pas retenir que ce qui ne va pas mais m'appuyer sur ce qui fonctionne pour le développer.

- Épreuve collective aussi. Si le projet complet a finalisé ce qu'on cherchait à faire avec les collègues, c'est la présence des chercheurs dans notre école qui a créé la déstabilisation nécessaire mais suffisante pour resserrer l'équipe pédagogique. Le fait que des gens viennent pour recueillir un corpus, pour écrire un mémoire, et le fait qu'on puisse en discuter après, ça a été pour nous - non pas la compensation - mais le cap qui a permis de surmonter l'épreuve, si l'on peut parler d'épreuve. Le projet d'école s'est nourri de cette épreuve collective. Aujourd'hui, le nouveau projet d'école développe l'ancien : l'atelier scientifique s'appuie toujours sur la science, la technologie, la géométrie. Nous avons même en perspective la résolution de problèmes. Il s'est enrichi d'un travail sur l'explicitation de la démarche par les élèves. Dans le processus de l'atelier, les élèves devaient écrire comment ils s'y prenaient, pour quoi ils le faisaient et qu'est-ce qu'ils attendaient. On est donc allés un peu plus loin que les années précédentes et ça a vraiment très, très bien fonctionné. Le temps de l'échange aussi par lui-même ; il y a vraiment beaucoup de sens dessous puisque les élèves savent ce qu'ils font, pourquoi ils le font, comment ils le font, où ça peut les emmener. Le travail scientifique qui va être présenté est maintenant presque minime par rapport au temps de préparation.

L'atelier scientifique fait maintenant partie de la culture de l'école. Ce sont les élèves qui les demandent parce qu'ils savent que pendant ces moments-là, ils travaillent pratiquement en autonomie. C'est ancré maintenant, presque trop. On se débrouille tout seul ; on sait faire. Du coup, il faut chercher ce que le maître peut apporter de spécifique. Qu'est-ce que l'École apporte ? Question fondamentale, non ? Cette réflexion m'a d'ailleurs amené à la précédente réunion des parents d'élèves à faire un document précisant les missions du métier d'enseignant.

C'était aussi **fondamental** pour moi comme évolution dans ma carrière ; les questions que je me posais, ou me posais à moitié me sont progressivement apparues pertinentes (cette question que je me pose est-elle juste, pourquoi d'autres ne se la posent-ils pas, pourquoi se la pose-t-on ici et pas ailleurs ? n'est-il pas important que je me pose moi-même les questions que je souhaiterais poser aux élèves ? quel lien entretient telle notion avec d'autres ?) et explicites, dans la mesure où elles ont été formalisées collectivement. En même temps, le fait de travailler sur la science a fait boule de neige sur le reste, et c'est ça qui est intéressant. Ma réflexion philosophique sur la société, sur l'École m'a conduit mettre en place un atelier philosophique hebdomadaire sur les grandes questions de société (la vie, la mort, le travail, la violence). Tout comme d'ailleurs à mettre particulièrement l'accent sur des disciplines comme l'histoire et la géographie, à rechercher les liens entre pratique théâtrale et écriture. Car la réflexion qui a présidé à cet approfondissement ne tient pas d'une modification dans ma relation aux élèves, ni dans ma préparation des séances, même si au cours de chacune d'entre elles, il y a toujours une pensée par rapport aux discussions que l'on a eues, comment je me mets en situation dans la classe, comment j'analyse a priori. Le changement est bien par contre au niveau des concepts, de la terminologie, de la décontextualisation. Comment telle notion qui est abordée, je peux la décontextualiser ailleurs et la mettre dans un enjeu interdisciplinaire ?

La fin ou l'avortement de l'accompagnement ...

On ne serait jamais allés aussi loin dans la réflexion sur notre travail, sans la rencontre des autres équipes d'école. Le séminaire m'a donné envie de rencontrer d'autres personnes de l'échantillon d'écoles. Pris dans le quotidien, je ne l'ai pas fait. Le séminaire, les temps de rencontre n'étant pas institués, il y a autre chose qui prend le dessus.

Il s'est développé une relation. Ce que je regrette maintenant, c'est qu'on ne se voie plus, que ça ne bouillonne plus. Parce que vous êtes des gens sympathiques, humbles qui cassez l'image du chercheur hiérarchique - ce qu'on vit avec les professeurs de collège et de lycée est plus difficile. Là, au moins, on travaille ensemble. Pas d'enjeux de pouvoir comme cela peut se poser aussi entre instituteurs.

Ca a créé un grand vide pour moi. Ainsi, comme il n'y a plus d'accompagnement, il faut qu'on se batte avec nous-mêmes pour continuer dans cette dynamique. Moins pressés par les gens qui viennent, moins sollicités intellectuellement pour expliquer ce que l'on fait, on doit rester très vigilants à ne pas se laisser aller, à ne pas se contenter de ce que l'on fait.

Je dirai néanmoins que l'accompagnement a avorté, qu'on n'a fait qu'effleurer ce que nous pouvions faire ensemble. Parce que l'accompagnement aurait pour moi réellement commencé maintenant, après toutes les phases d'enregistrement. Les rencontres qu'on a eues, dans l'école ou au cours du séminaire, nous les percevons aujourd'hui comme un démarrage, le début de là où on pouvait aller.

Et maintenant ...

Ce qui me paraît important, c'est que ce genre d'expérience d'association écoles/laboratoire continue, pas forcément sous cette forme-là. Mais vraiment que le secteur de la recherche ait une relation avec ce qui se passe sur le terrain, qu'on crée des interfaces entre les deux. Je crois vraiment qu'on est à l'aube de quelque chose. Pour permettre aux gens de se poser des questions différemment, de faire un pas de côté de temps en temps grâce aux discussions avec les uns, les autres de la recherche, de poser la bicyclette et se regarder pédaler. Ces choses sont maintenant intégrées dans notre équipe.

Mais nous avons plus que jamais besoin d'un accompagnement par la recherche, distinct du conseil pédagogique, pour nous réorienter sur l'essentiel : voir plus loin, se nourrir, réfléchir en quelque sorte. Sevrés par rapport à la cellule, on s'est transportés dans l'écriture monographique dans un modèle d'accompagnement différent du vôtre avec la DAFAP et un autre groupe de collègues au sujet du théâtre et de la production d'écrits. Même si les objectifs et les enjeux ne sont pas les mêmes, j'ai d'ailleurs réutilisé la carte de visite, les questions préoccupantes ...

Une fois qu'on a baigné dans ce travail-là, on ne peut plus s'en passer ; il y a un côté virus qui prend, on a envie de pousser plus loin ; ça crée une dynamique, ça fait avancer la classe, c'est très vivant.

Mais on manque de reconnaissance, pas forcément financière (encore que ...), mais en temps de décharge institutionnalisés, d'un séminaire régulier académique.

Ce qui serait intéressant, ce serait qu'on puisse expliciter noir sur blanc avec vous, ensemble, cette façon de travailler, développer ces idées qui nous ont rassemblés, rendre compte de ce qu'on en a retiré et comment on peut pérenniser cette dynamique-là, même si on n'a plus de chercheur dans la classe, rapporter l'entreprise de construction du projet, bref, donner une constance à la recherche, un pragmatisme, une nouvelle essence.

Voilà mon souci. Je sais qu'il n'y a rien de perdu mais je veux témoigner de cette fraîcheur, de cette verve pédagogique que vous m'avez données.

Il y a mille questions qui se posent aujourd'hui à l'enseignant. Mille manières aussi de les aborder ...

Par exemple, on peut interroger l'évaluation des élèves par l'horizontalité des statistiques sur lesquelles on tire des bilans, on classe et ségrègue des écoles ; mais aussi sur la verticalité du parcours de chaque élève qui rend honneur au travail progressif de chacun.

On peut s'interroger sur la culture à l'école ; de quoi parle-t-on ? Pourquoi pas d'une ouverture culturelle sur la science, sur la technologie, d'une forme de pensée à cultiver ?

Parmi ces mille réflexions, il y en a quelques-unes de brûlantes que je vous dois et me dois. Sur l'autorité, la violence de l'instituteur, la fermeté, poser des non, poser des oui... »

ANNEXES

découverte.....

MISE EN BOÎTES !

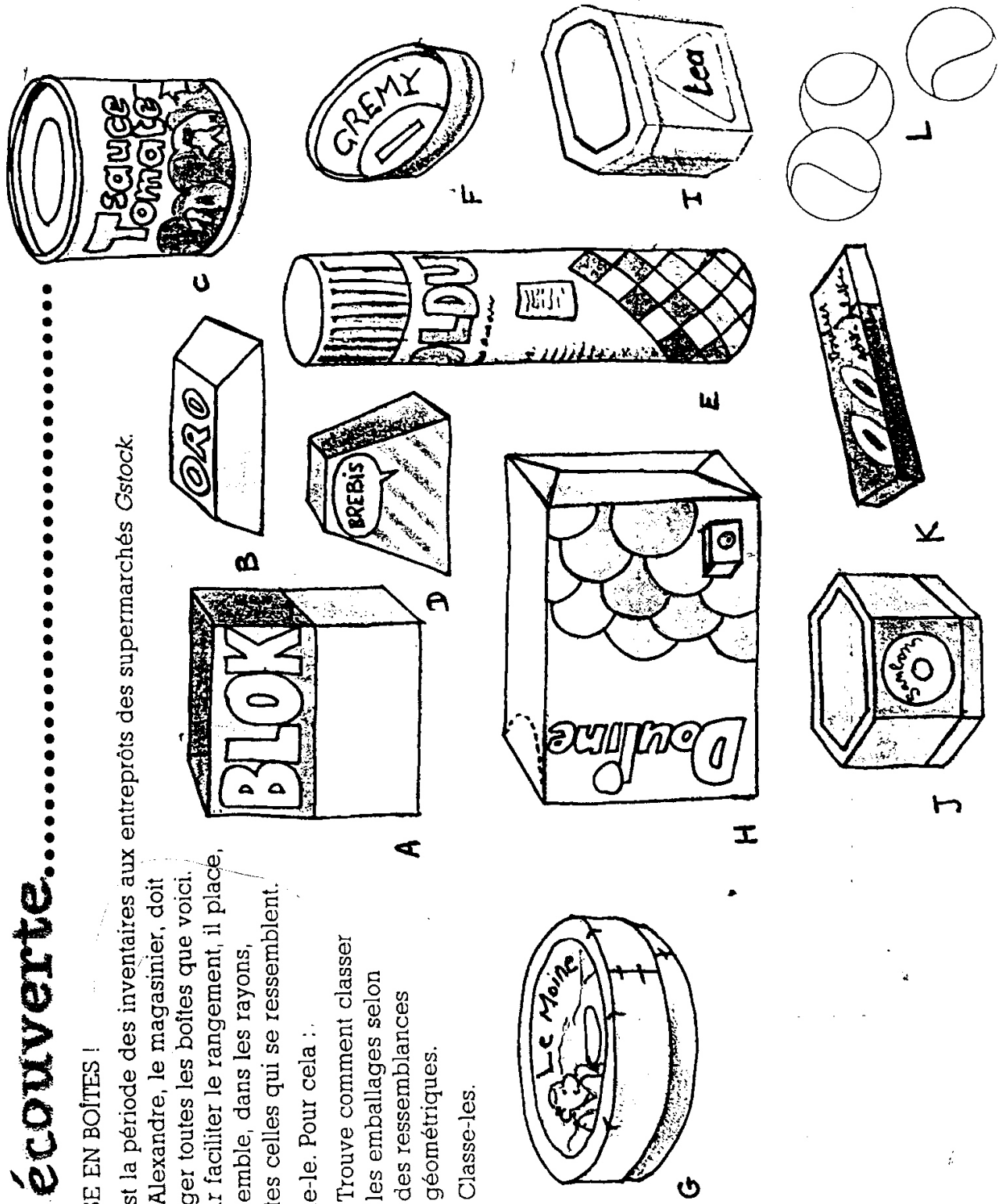
C'est la période des inventaires aux entrepôts des supermarchés Cstock.

M. Alexandre, le magasinier, doit ranger toutes les boîtes que voici. Pour faciliter le rangement, il place, ensemble, dans les rayons, toutes celles qui se ressemblent.

Aide-le. Pour cela :

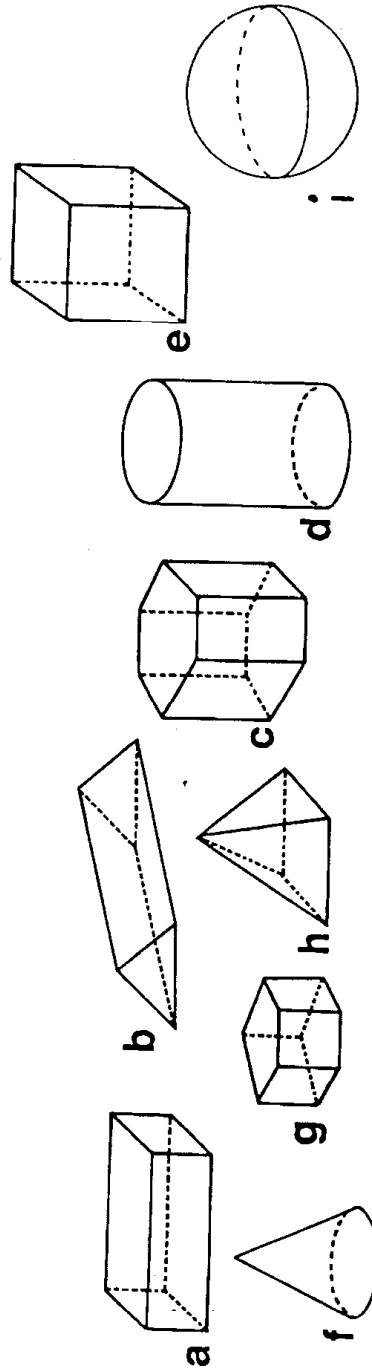
1. Trouve comment classer les emballages selon des ressemblances géométriques.

Classe-les.



ANNEXE 2, FICHE 2

	il y a des faces qui sont des polygones				il y a des faces qui ne sont pas des polygones		
	nombre de faces	carrés	rectangles	triangles	autres polygones	disques	autres
a	6		x				
b							
c							
d							
e							
f							
g							
h							
i							



ANNEXE 3, FICHE 3

Associe les solides qui peuvent avoir des ressemblances :

- les solides (emballages), repérés par des lettres majuscules.
- Les solides exposés dans la classe, repérés par des numéros.
- Les solides dessinés, repérés par des lettres minuscules.

Il peut y avoir plusieurs numéros, ou plusieurs lettres par colonne.

<u>SOLIDES DESSINES</u>	<u>SOLIDES EMBALLAGES</u>	<u>SOLIDES EXPOSES</u>
<u>a</u>		
<u>b</u>		
<u>c</u>		
<u>d</u>		
<u>e</u>		
<u>f</u>		
<u>g</u>		
<u>h</u>		
<u>i</u>		
<u>k</u>		

ANNEXE 4, FICHE 4

Géométrie cycle III
Les solides

NOM:

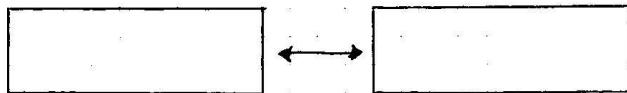
Date:



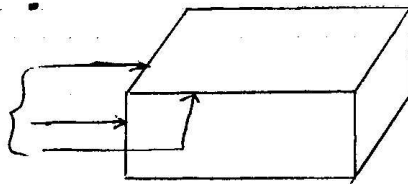
Voici une qui est
un pol..... parce qu'elle est
composée de

Cette forme géométrique a quatre

Voici deux que je vais assembler
pour former un



voici un Les ont changé
de nom, elles s'appellent maintenant des D'autres
parties ont elles aussi changé de nom : les sont
devenus des



Cette partie que l'on ne voit pas sur laquelle repose
le s'appelle : la

Colorie une visible.

ANNEXE 5, TRANSCRIPTION DE LA SÉANCE 1

Les tables sont en cercle. P est assis à l'une des tables. Une table au milieu.

1. P : On part sur un travail de 6 à 7 séances sur la géométrie.
2. E : C'est pour ça que les tables ont été déplacées !
3. P : Voilà, il y a une volonté précise de ma part d'avoir disposé les tables comme cela. Je vais vous donner un document. Vous allez prendre une minute pour le lire.

(P se lève et distribue les feuilles : 1 document (dessins d'emballages).
Silence : tout le monde lit.)
4. P : Bien. C'est lu ?
Thomas, à toi, tu lis la consigne à voix haute, s'il te plaît.
5. Thomas : C'est la période des inventaires aux entrepôts des supermarchés Gstock, M. Alexandre, le magasinier, doit ranger les boîtes que voici. Pour faciliter le rangement, il place ensemble, dans les rayons, toutes celles qui se ressemblent. Aide-le.
6. P : Merci. Est-ce qu'il y a besoin d'informations complémentaires ? Est-ce qu'il y a certains mots que vous ne comprenez pas ?
(3 élèves lèvent la main).
7. E : G-Stoc
8. P : G-Stoc?
9. E : Un magasin.
10. Damien : G-Stoc c'est Stoc mais on n'a pas le droit de faire de la pub.
11. P : Voilà, c'est la marque du magasin.
12. E : Pourquoi on n'a pas le droit de faire de la pub ?
13. P : Pourquoi on n'a pas le droit de faire de la publicité ? C'est pour ne pas vous influencer à aller dans certains magasins. D'autres mots que vous ne comprenez pas ou qui vous sont étrangers ?
(Damien lève la main mais P ne la voit pas.)
Vous avez tout compris ?... Qu'est ce que c'est qu'un inventaire ?
14. Justine : ... On connaît quelqu'un
15. P : Personne n'a un papa qui a une épicerie ou un magasin, ou qui travaille dans un magasin...
16. E : Si, ma maman en fait des inventaires.
17. P : D'accord. Tu peux expliquer alors ?
18. E : Ben, en fait, il y a des palettes avec des produits dessus. Ils doivent les ranger dans l'ordre... enfin.. par exemple
19. P : Où est-ce qu'elle travaille ta maman ?
20. E : A Carrefour.
21. P : A Carrefour. Et elle s'occupe d'un rayon particulier ?
22. E : Oui, le rayon des bonbons.

23. P : Est-ce qu'elle fait l'inventaire par exemple des lessives ou des légumes ?
24. E : Non !
25. P : Non, elle va s'occuper de son rayon, c'est ça ?
Et l'inventaire ce serait quoi alors ? J'ai entendu classer, ranger...
26. E : Trier.
27. Thomas : En fait, un inventaire c'est quand on note tout ce qu'on a en rayon.
28. P : On note tout ce qu'on a en rayon...
Alors, un inventaire, ça se fait tous les jours, toutes les semaines, tous les mois, tous les ans ?
29. E : Ça dépend.
30. Laure : Tous les ans.
31. P : Ça serait pour vérifier quoi ?
32. Laure : Si on a tout.
33. E : Si c'est périmé, euh...
34. E : Y'a peut-être des trucs spéciaux, où c'est une fois par semaine.
35. P : En fait, Laure a raison, dans la distribution, c'est-à-dire pour les produits de consommation, c'est une fois par an.
L'inventaire, ça sert à comparer ce qui a été commandé et ce qui reste en magasin.
36. E : Mais monsieur, en fait, ils rajoutent ce qui manque ?
37. P : Non, c'est pour savoir ce qu'il reste par rapport à ce qui a été commandé.
38. E : Ah ouais ! D'accord.
39. P : Voilà. Donc ici, il y a un inventaire qui est fait. Tu nous relis la consigne, par exemple, Magali.
40. Magali : Trouve comment classer les emballages selon les ressemblances géométriques.
41. P : Donc, qu'est-ce qu'on a sur cette fiche ? (Les élèves lèvent la main).
42. Loïc : On a des boîtes, des produits, et des produits qui vont sur un même rayon et en fait on doit, selon des ressemblances géométriques, les rassembler.
43. P : D'accord. (A l'élève d'à côté) Par rapport à ce qu'il a dit...
44. Quentin : Moi, je mettrais tout ce qui est alimentation d'un côté et tout ce qui est chimique de l'autre, parce que si... (Quelques élèves lèvent la main.)
45. P : Tu veux réagir par rapport à ça ?
46. E : Je suis un peu d'accord avec lui pour mettre les aliments d'un côté et puis les objets... Mais les aliments d'un côté, on pourrait aussi les classer comme par exemple les fromages. (Damien lève la main et est interrogé.)
47. Damien : Mais moi, Quentin, je trouve que c'est pas bien parce que la consigne c'est les classer avec la forme de l'emballage.

48. Ensemble : Oui.
49. P : La forme de l'emballage.
50. Damien : en géométrie
51. P : Ça ne correspond pas à ce qu'il dit alors ?
(Des élèves lèvent la main.)
52. Quentin : Je sais, monsieur, mais alors ça va pas très bien parce que si on met du fromage avec du ... beuh ...
53. P : D'accord. Toi, ton idée de départ c'était de regrouper par produit. (E lève la main.)
Oui ?
54. E : Ben, moi, j'suis d'accord avec Damien parce que mettre le fromage avec le fromage, c'est pas les mêmes formes géométriques. Par exemple, « Le moine » est en rond, c'est en cercle et par exemple, la « crème » c'est ovale, alors si on met le fromage avec le fromage ça va pas aller parce que c'est pas les mêmes formes géométriques
55. Quentin : Oui mais là, on pense à aider une entreprise.
56. P : Alexis ?
57. Alexis : Est-ce qu'on peut faire plusieurs groupes... que deux ?
58. P : Je ne sais pas, c'est comment classer ?
59. Alexis : Ah, alors moi, je mettrais toutes les formes rondes d'un côté, toutes les formes carrées de l'autre
60. P : Y'en a qui ne sont pas d'accord avec ce que vient de dire Alexis ?
61. Ensemble : Non.
62. E : Ben, c'est la consigne qu'Alexis vient de dire... c'est la consigne.
63. P : Alexis, toi tu ferais 2 groupes, c'est ça ?
64. Alexis : Non, plusieurs.
65. P : Plusieurs.
66. P (à un autre élève) : Toi, tu ferais plusieurs groupes ou 2 groupes ?
(Quentin lève la main. P se déplace et va au tableau.)
67. Quentin : Moi je défends encore mon idée.
68. P : Tu as raison
69. Quentin : Ce qu'il faudrait, ce serait les classer d'abord par forme géométrique, comme ça on peut les empiler, et puis après par produit : alimentation, vaisselle,...
70. P : D'accord, pour toi, par forme géométrique c'est pour les empiler...
71. E : Monsieur !
72. P : Oui ?

73. E : Vous avez dit aussi plusieurs groupes ou 2 groupes mais 2 groupes ça peut être plusieurs.
74. P : Oui, dans 2 on est déjà plusieurs, effectivement. Quand je disais plusieurs j'entendais plus que 2. Je pense que tu avais compris.
75. E : Oui.
76. E : Monsieur, on doit le faire tout seul ou à 2 ?
77. P : On va le faire collectivement.
78. Ensemble : Oh non !
79. P : J'aimerais avoir des informations pour faire ce classement. Justine !
80. Justine : Ben y'a des lettres alors on peut faire par...
81. P : Ce que je veux, ce sont les critères de classement, c'est-à-dire qu'est-ce qui va nous permettre de classer.
82. Justine : Ah ben, les formes
83. P : Oui
84. Justine : Par exemple il y a les formes rondes, « Le moine » par exemple, et puis la sauce tomate
85. P : Avant de ... Donc qu'est que vous verriez dans les formes rondes... Bastien ?
86. Bastien : Ben déjà « Le moine ».
87. P : Donc, euh, est ce qu'on pourrait les appeler autrement que par leur...
88. Ensemble : cercles , les lettres , formes fromages
89. P : Oui, y'a des lettres.
90. Ensemble : G – L
91. P : Où sont les L ? Ce sont des balles. Qui est d'accord pour mettre les balles dans les formes rondes et qui ne l'est pas ?
92. Ensemble : Moi, j'suis d'accord !
Pas d'accord !
93. E : Dans les formes rondes. C'est quand même des formes rondes !
94. E : On pourrait mettre les ronds et les ovales dans un même groupe... en fait tous ceux qui n'ont pas de sommet, de face, non de côté.
95. P : Donc là, je mettrai formes rondes et ici...
96. E : Formes rondes et ovales ensemble.
97. P : Formes rondes et ovales et, tu as dit, ceux qui n'ont pas de sommet.
98. E : Ben, les formes ronds ou ovales elles ont pas de sommet.
99. P : C'est pour préciser.

- (P écrit au tableau, 1^{ère} colonne à gauche, formes rondes (toutes les formes qui n'ont pas de sommet).)
100. E : Monsieur, on y marque aussi ?
101. P : Je marque les informations simplement.
Donc, toutes les formes qui n'ont pas de sommet. Tu veux rajouter une autre question, Quentin ?
102. Quentin : Non... ceux qui n'ont aucun côté plat.
103. P : Ceux qui n'ont pas de sommet et de côté plat ?
104. E : Mais c'est pas possible de ne pas avoir de côté plat !
105. E : Ben si, le rond il n'a pas de côté plat [la balle].
106. E : Ben si, « Le moine » tu peux bien le poser, il a un côté plat.
107. E : Oui, mais en regardant par dessus.
108. P : On va voir si la dernière information est valable pour nous. (Il ajoute « sans côté plat » au tableau) Donc, on met ... après, l'autre colonne, ça sera quoi ? (Il trace un trait vertical.)
109. E : Formes carrées (et des trapèzes).
110. P : Comment ça s'appelle, cette catégorie ? J'entends les carrés, les rectangles, les trapèzes...
111. Ensemble : Les angles, les polygones, les quadrilatères.
112. P : Donc, tu as parlé de polygones, oui...les formes poly...
113. E : polygonales.
114. P : Les formes polygonales, oui. (Il l'écrit dans la 2^{ème} colonne.)
Est-ce que quelqu'un n'est pas d'accord avec ça ? C'est possible qu'on ne soit pas d'accord.
115. E : Oui, y'a un truc, c'est plutôt sur l'autre que je ne suis pas d'accord.... Côté plat.
116. E : Oui, moi aussi.
117. Loïc : J'suis pas d'accord parce que « Le moine » on a considéré que ça avait un côté plat, donc ça ne pourrait pas aller ni avec les formes rondes, ni avec les formes polygonales.
118. E : Même chose pour le « crémy ».
119. P : Oui, Damien ?
120. Damien : La seule chose qui pourrait aller dans les formes rondes, ben c'est les balles.
121. Ensemble : Oui.
122. P : Ici, si y'a pas de côtés plats... alors est-ce qu'il y a des informations à enlever ?
123. Ensemble : Oui, côtés plats.
124. P : Tout le monde est d'accord ou pas ?

125. Ensemble : Oui
(P raye « et de côtés plats ».)
126. Quentin : Comment ça s'appelle aussi les ronds ?
127. P : Les cercles ?
128. Quentin : Non, ceux qui sont arrondis...
129. P : Pour l'instant, ça sera formes arrondies.
Qu'est ce qu'on met comme lettre ici ? (1^{ère} colonne).
130. Ensemble : G – F – C – E (P écrit.)
131. P : On récapitule. Laure !
132. E : Y'a L aussi, monsieur.
133. E : Non, pas L.
134. P : Alors G, ça correspond à quoi ?
135. Ensemble : Camembert !
136. P : C
137. Ensemble : Sauce tomate !
138. P : F
139. E : Crémy
140. P : Soit une laque, soit une bombe aérosol.
141. Ensemble : Et L, monsieur !
142. P : Alors L, c'est quoi ?
143. Pauline : Non, moi L je le mettrais.. enfin, je le mettrais pas parce qu'il a pas de côté plat alors faudrait plutôt le mettre dans une autre...
144. E : Mais on l'a barré !
145. Pauline : Oui, mais L y'a pas de côté plat et y'a pas de sommet, alors faudrait mieux le mettre dans une autre colonne.
146. E : Mais « Le moine » non plus il a pas de sommet.
147. E : Si, « Le moine » il en a, c'est comme une boîte de camembert.
148. E : Non, « Le moine » il en a pas !
149. E : Si...
150. P : Alors, je sens une divergence de points de vue sur « sommet », « arête » et « côté plat ». Vous n'êtes pas tous d'accord sur ce que veulent dire « arête », « sommet » et « côté plat ». Alors, on va se le mettre dans un coin. (P écrit dans un coin du tableau Sommet, Côté plat, Arête).
Bien, je vous propose sur votre feuille, il reste un petit espace, d'écrire le

classement ... et de finir de compléter avec les lettres.
On continue avec les lettres ici (colonne « formes polygonales ») (Il écrit, sous la dictée de la classe) : A – D – H – K – I – J – B). On les a toutes. (Les élèves recopient sur leurs feuilles).

151. Quentin : Ça va pas, monsieur, formes polygonales ... puisque « polygonale » c'est différentes formes ... enfin, des formes qui ont plusieurs...
152. P : Qu'est ce que ça veut dire « polygonale » ?
153. Loïc : C'est des formes qui ont six côtés.
154. Quentin : Pas forcément six, ça peut être huit aussi.
C'est tous ceux qui ont des côtés, y'a pas de nombre limite.
155. P : Vous entendez quoi, par « polygone » ?
156. E : Ça a des formes plates.
157. P : Plates ou planes ?
158. E : Planes. Et puis que tous les côtés soient carrés ... enfin pas carrés mais arrondis.
159. P : D'accord, Loïc ?
160. L : Polygone, c'est des formes à six côtés.
161. P : Vous ne savez plus ce que c'est qu'un polygone alors ...
(Silence – les élèves copient). (27 mn)
P dispose sur la table centrale des emballages et des solides en carton numérotés : (Pavé – Toblerone – cône – parallélépipède hexagonal, prisme droit, balle de tennis et distribue la fiche 2.) (31 mn)

Maintenant, vous allez terminer ...
Vous avez un tableau, des solides qui ont été dessinés, des solides qui ont été exposés. Est-ce que tout le monde peut voir les numéros d'où vous êtes placés ?
162. Ensemble Pas la boîte !
163. P : La n°5 ?
(P récapitule le numéro des boîtes). Le travail que je vous demande : il va falloir associer, c'est-à-dire mettre ensemble, les solides qui vous paraissent aller ensemble, c'est-à-dire les emballages, ceux qui sont exposés et ceux qui sont dessinés.
164. E : Ça veut dire quoi les emballages ?
165. E : J'comprends pas...
166. P : Trouver un moyen, un classement, une ressemblance entre les solides dessinés, les solides exposés et les solides qui sont des emballages.
167. E : Ah !
168. P : Le tableau que vous avez en votre possession a trois colonnes. (Il présente une fiche à la classe.) Dans la première colonne, il y a marqué « solides dessinés » avec des lettres minuscules, les solides emballages ont des lettres majuscules. Les solides exposés ont des numéros.
Donc, en face du solide dessiné « a », quelle lettre majuscule désignant un emballage va correspondre ? Et quel solide exposé va aussi pouvoir

correspondre ?

On peut faire un exemple. Par exemple, avec le solide « a » - tout le monde le voit le solide « a » ? Quel solide emballage va lui correspondre ? (Plusieurs élèves lèvent la main.)

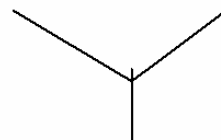
Pauline ?

169. Pauline : La 4 (silence).
170. Ensemble : Emballage :
171. Pauline : Ah : Euh, la H.
172. P : Toi, tu dis la H. Et toi Clément ?
173. Clément : La A.
174. P : Toi, tu dis ... On peut effectivement en mettre plusieurs sur la ligne. D'accord. Et dans les solides exposés ?
175. Pauline : Euh ! ben la 4.
176. E : Et puis...
177. P : Alors, regardez bien.
178. E : On le fait tout seul ?
179. P : Oui, là vous le faites tout seuls. C'est clair pour tout le monde ?
180. E : Oui.
(Les élèves travaillent chacun sur leur fiche – silence).
181. E : Est-ce qu'on peut les changer de position ?
182. P : Comment ça ?
183. E : Par exemple, le Toblerone peut être debout ou couché ?
184. P : Oui , je l'ai mis comme ça pour que tout le monde voit le numéro. (Silence.).
(P se rassoit à une table, dans le cercle. Les élèves travaillent en silence (7 mn).)
185. P : Bien. Maintenant, j'aimerais que l'on échange ensemble nos manières de classer et que vous réagissiez les uns par rapport aux autres : si vous êtes d'accord ou pas d'accord (quelques élèves lèvent la main), par rapport aux modalités de traitement, c'est-à-dire les critères que j'ai retenus pour classer.
186. Pauline : Alors – a – j'ai mis H et K dans solides emballages et dans solides exposés, j'ai mis 4.
187. Manon : Moi, dans solides emballages, moi j'ai A, H et K.
188. Ensemble : Moi aussi.
189. E : Moi j'ai pas mis K parce que le A c'est pas vraiment pareil que le K.
190. P : Alors, pourquoi ?
191. E : Euh ... Comment expliquer ?
Ben parce qu'il est plus fin que le A ... et puis voilà.

192. Manon : (à P) Ça ne change rien. C'est pareil, quoi
193. P : Ce n'est pas moi qui ai dit ...
194. Manon : (à E) : Qu'il soit plus petit ou plus gros, ça ne change rien, ça change pas la forme.
195. Pauline : Monsieur, moi j'peux dire pourquoi j'ai pas mis le A ?
196. P : Oui, vas-y.
197. Pauline : Moi, je ne l'ai pas mis parce que c'est plutôt un carré que ... un ... un ...
198. P : Alors, le K n'est pas pareil que le A parce qu'il est plus fin. Manon, toi tu dis que le fait qu'il soit plus fin, ça n'a rien à voir avec le classement.
199. Manon : Oui, c'est un quadrilatère comme l'autre.
200. Justine : La taille, c'est rien, pourvu que c'est la même forme. C'est toujours un rectangle.
201. Pauline : Ben moi, j'ai pas mis le A parce que c'est un carré.
202. Manon : Non, c'est pas un carré, c'est un rectangle !
203. P : Alors, qu'est ce que tu en penses ?
204. Pauline : Moi, je pense que c'est un carré. Je l'ai classé avec e.
205. P : Alors, ceux qui ne sont pas d'accord pour la mettre avec e.
206. E : Pauline, c'est comme Alexis en fait. Qu'il soit plus petit ou plus gros ça ne change pas la forme.
207. Damien : En fait, elle veut dire que le A est carré, pas le K.
208. P : Bon. Qu'est ce qu'on en retire de cette information ?
209. Loïc : Que la largeur et la longueur ...
Enfin, ça peut changer un peu quelque chose mais la forme, elle change pas.
210. P : Alors, ce qui nous intéresse non, c'est la forme. La forme de quoi ?
211. E : Ben, la forme des emballages.
212. P : Quoi, Manon ?
213. Manon : En fait, c'est la forme des faces.
214. P : Toi, tu parles de « forme des faces ». Tu peux préciser un peu ?
215. Manon : Ben, les faces, c'est ce qui le forme un peu.
216. P : Par rapport à face et forme ...
Thomas, tu as une idée ... Comment tu as classé ?
217. Thomas : Ben ... J'ai mis le A parce que ce sont deux rectangles qui sont empilés.
218. P : Parce que c'est la même taille, la même longueur.

219. Thomas : Comme ça, on a l'impression.
220. Loïc : Moi, j'ai pas bien compris ce qu'il a dit. Par contre, par rapport à tout à l'heure, je pense que la forme c'est elle qui est un peu le souci premier de l'exercice.
221. P : D'accord, pour qui la forme a été le « souci premier de l'exercice » pour reprendre l'expression de Loïc, c'est-à-dire qui s'est servi de la forme pour classer ? (une bonne partie de la classe lève la main).
222. Ensemble : Moi, j'regardais si ça allait bien...
Oui ...
223. E : Moi, j'ai regardé les formes, leur taille et le nombre de côtés.
224. P : D'accord.
Alors, ceux qui n'ont pas fait avec les formes, comment vous vous y êtes pris ?
225. E : Moi, j'ai fait avec la forme ...
226. P : Ben, il y en a qui n'ont pas levé la main ... (silence).
227. Pauline : Ben, on a qu'à recommencer la question.
228. Ensemble : Oui, mais maintenant tout le monde va lever la main !
229. Pauline : Alors, qui s'est servi des formes pour classer ? (Tout le monde lève la main.)
230. Alexis : Oui, moi la ressemblance ... et puis la largeur des côtés.
231. P : Moi, j'aimerais qu'on précise ce qu'on entend par « forme ». J'ai entendu parler de face tout à l'heure ... J'aimerais qu'on précise. Donovan ?
232. E : Qu'est ce que tu en penses ?
233. P : C'est quoi pour toi la forme ?
(silence)
Comment tu t'y es pris pour classer ?
234. Donovan : J'ai regardé les formes qui ressemblent à des carrés et des rectangles.
235. P : Donc, tu prends par rapport à des formes que tu connais, que l'on a déjà vu avant. Et celles que tu ne connais pas alors ?
236. Donovan : Ben, j'ai mis ensemble celles qui se rapprochaient le plus.
237. P : D'accord, qu'est ce que ça veut dire « se rapprocher le plus » ?
238. Donovan : Ben, celles qui sont pas pareilles mais presque pareilles.
239. P : Tu nous donnes un exemple de formes « presque pareilles » ?
240. Donovan : Euh ... Ben le D et le B, ce n'est pas pareil mais ça se rapproche un peu.
241. P : Sur les emballages ?
242. Donovan : Oui.
243. P : Alors, qu'est ce qui est pareil, et qu'est ce qui n'est pas pareil ?
244. Donovan : Bon, ce qui n'est pas pareil, c'est que le D il est plus haut et le B est plus petit.

245. P : Oui.
246. Donovan : Et sur le B aussi, il est plus long.
247. P : Donc, tu me parles de taille ou de forme ?
A votre avis, « plus long » « plus petit », c'est taille ou forme ?
248. Ensemble : Taille.
249. P : Donc, là tu aurais classé le A et le B par rapport à leur taille et « forme » ça serait carré, rectangle ? Alors qu'est-ce qui te permet de les mettre ensemble le B et le D ?
250. Donovan : Ben, parce qu'ils sont presque pareils.
251. P : Qu'est ce que ça veut dire « presque pareils » ?
252. Donovan : Qu'ils se ressemblent.
253. P : Qu'est ce que ça veut dire ?
Qu'est ce que vous entendez les autres par « ils se ressemblent » ?
254. Justine : Comme des jumeaux !
255. P : Oui, je suis d'accord mais ça ne permet pas de classer.
256. E : Ils ont la même forme, la même taille.
257. P : « Forme » ou « taille » ?
258. Ensemble : Forme !
259. Justine : Ils ont le même nombre de sommets ... et des choses en commun !
260. P : Quelles sont ces choses en commun ?
261. Justine : Ils ont le même nombre de sommets, ou alors ... Ils ont la même forme, enfin le même dessin en relief ...
262. P : Et toi, Donovan,, qu'est ce que ces 2 solides ont en commun ?
263. Donovan : Des sommets ...
264. P : Des sommets. Est-ce que tu sais ce qu'est un sommet ?
265. Donovan : Oui, c'est 2 ou 3 arêtes qui se rencontrent.
266. P : Tu peux en dessiner un au tableau ?
Donovan va au tableau et dessine :
267. P : Oui, et où est le sommet ?
268. Donovan : Là (il montre le point d'intersection des demi-droites).
269. P : D'accord.
Est-ce que maintenant, tu peux me dessiner au tableau quels sont les points communs entre ces deux figures ? entre le B et le D ... sur les emballages. (Manon, à côté du tableau, lui prête sa feuille).



Je pense qu'on peut l'aider ... (silence). Damien ?

270. Damien : Si on parle des sommets, ils ont 8 sommets chacun.
271. P : D'accord. Tu les montres.
(Damien montre les sommets.)
272. E : Et ils ont 6 faces chacun.
.
273. Damien : S'ils ont le même nombre de sommets, normalement ils ont le même nombre de faces
274. P : D'accord.
275. P : Bon, pour aujourd'hui, on va s'arrêter là.
On récapitule. Pour classer nos formes, on a regardé quoi ?
(Des élèves lèvent la main.)
276. E : Ben déjà, la forme, la taille et le nombre de sommets.
277. Pauline : Les ressemblances.
278. E : La taille, la forme, le nombre de sommets.
279. P : Alors, sur la taille, tout le monde n'est pas d'accord. On va garder cette information. On y reviendra la prochaine fois. On a encore une discussion à avoir.

ANNEXE 6, TRANSCRIPTION DE LA SÉANCE 2

Dans la salle, les tables sont disposées en cercle. L'enseignant, ici désigné par la lettre P, est assis à l'une des tables, parmi les élèves.

1. P. : 2^{ème} séance sur les solides
Pouvez-vous nous rappeler ce que l'on a fait la dernière fois ?
2. S. : On avait travaillé sur les solides, sur leur forme. Il fallait les classer par lettre.
3. Damien : En fait, on avait plusieurs types de solides et il fallait les classer selon leur forme, leur taille.
Enfin, il fallait les classer, quoi !
4. P. : Il fallait les classer. Quand tu dis « plusieurs types de solides », qu'est-ce que tu entends ?
5. Bastien : Par exemple les cubes, les ..
6. P. : Oui, toi dans différents types, tu entends « cube », t'entends quoi ?
7. Bastien : Ben les cercles, les cylindres,
8. P. : Bien. Effectivement, pour mémoire, pour tout le monde, je rappelle : il y avait des emballages qu'on peut trouver dans des épiceries, dans des supermarchés (il montre la feuille distribuée au début de la séance 1), il y avait des solides dessinés et il y en avait sur un 3^{ème} type, c'était lesquels ?
9. Quentin : Les solides exposés.
10. P. : Effectivement, les classer comme si on était gérant du supermarché.
11. Quentin : Maintenant, on a un objet...
12. P. : Oui, bon, il est sorti plusieurs noms quand on a fait ce classement. Est-ce que vous vous en souvenez ?
13. Damien : Euh... si, vous aviez marqué au tableau mais...
14. P. : Les critères de classement.
15. E. : Ceux d'exposés il y avait le n° 1...
16. P. : D'accord, il y avait les solides qui avaient des numéros... Mais qu'est-ce que vous avez utilisé comme critère, comme ressemblance pour les classer ?
17. Loïc : La forme.
18. P. : La forme. Qu'est-ce que t'entends par forme ?
19. Loïc : Euh... par exemple, un carré c'est une forme.
20. P. : Il y a ...
21. Manon : Aussi on s'était posé la question : si c'était pour un produit, on savait pas s'il allait dans les carrés ou dans les rectangles. On se disait... s'il fallait voir sa forme ou bien...
22. P. : On avait un point d'interrogation aussi sur : Est-ce que la forme, est-ce que la dimension change la forme ?
23. E. : Euh... non.
24. P. : C'est-à-dire quand on agrandit une figure...

25. E. : Oui
26. P. : Est-ce que la forme change ? Hein, c'était un petit problème qui avait été posé.
27. E. : Non.
28. P. : Alors, certains étaient d'accord, d'autres n'étaient pas d'accord, et on avait fini par voir qu'en fait... C'était quoi la réponse ?
29. Damien : C'est pareil !
30. P. : Si on a une forme carrée, si on agrandit ses dimensions de la même mesure, la forme reste la même.
31. Loïc : Oui mais enfin, si on n'agrandit qu'un seul côté, ça va pas...
32. P. : Évidemment, si on agrandit un seul côté, là ça change. Bien alors, dans ces critères de classement, on avait retenu quoi ?
Bastien, tu avais donné un nom qui était ... en forme plane.
33. E. : Polygone.
34. P. : Oui, il y avait polygone, c'est exact.
35. E. : Polygonale.
36. P. : Qui est-ce qui se rappelle de la définition d'un polygone ?
(Loïc lève la main, d'autres cherchent dans leur cahier)
37. P. : Alexis.
38. Alexis : Non, non.
39. E. : Déjà, c'est une forme qui a des côtés plats.
40. P. : C'est quoi un côté ?
41. E. : Ben, c'est qui ne peut pas rouler.
42. P. : Qui ne peut pas rouler. Est-ce qu'on peut avoir plus de précision ? Donc, c'est une forme qui a des côtés plats, qui ne peut pas rouler.
43. E. : Monsieur, c'est un objet où il y a des sommets.
44. P. : C'est un objet où il y a des sommets. On parle de sommets ou de polygone ?
45. E. : Y'a pas de cercle.
46. E. : Oh ! on avait parlé de sommets et d'arêtes là-bas !
47. P. : Alors on avait parlé de sommets et d'arêtes, mais là on en est à « polygone ».
48. Loïc : C'est une forme qui a 6 côtés qui.. euh... voilà.
49. P. : Pour toi, c'est une forme qui a 6 côtés.
50. Loïc : Non ! sans cercle.
51. P. : Alors, sans ligne courbe. Justine ?
52. Justine : Un polygone, c'est une forme avec des arêtes.
53. E. : C'est ce qui a des sommets, des arêtes et puis un autre nom.
54. P. : Dans nos critères de classement des solides, qu'est-ce que vous aviez repéré ? On avait parlé de formes polygonales mais apparemment...

55. Quentin : Poly c'est plusieurs ?
56. P. : Poly c'est plusieurs, oui.
57. Manon : Ben, peut-être que les formes polygonales, c'est
58. E. : Où il y a plusieurs formes.
59. Manon : C'est les formes qui ont des sommets.
60. P. : Les formes qui ont des sommets.
61. Justine : C'est des lignes brisées.
62. P. : Ah ! alors, tu as regardé dans ton cahier de définition. Tu me relis alors la définition.
63. Justine : Polygone - C'est une figure géométrique délimitée par une ligne polygonale entre parenthèses brisée, fermée. Il y a 3 types de polygones : les polygones quelconques, réguliers ou croisés.
64. P. : Bien, pour en revenir à la définition, un polygone, c'est quoi alors ?
65. E. : C'est une ligne qui est brisée et fermée.
66. P. : La première chose qui vous vient, c'est quoi ? c'est une ligne brisée ? C'est une ligne brisée, fermée...
67. Damien : Non, Monsieur, c'est pas une ligne, c'est une forme.
68. P. : Oui... C'est une forme comment ?
69. E. : Une droite.
70. Justine : Circulaire, Monsieur, elle est circulaire parce qu'elle est fermée. Ça fait comme un circuit d'électricité.
71. E. : Monsieur, c'est une figure plane.
72. P. : Oui, d'accord. Qu'est-ce que ça veut dire figure plane ? Est-ce que c'est la même chose que les solides ?
73. E. : Non, plat ça veut dire que c'est à deux dimensions.
74. Loïc : Les solides, c'est ça par exemple (*il montre une boîte en carton*).
75. P. : Je ne sais pas. Justine, tu dis que c'est une forme circulaire. En même temps, elle dit que c'est une forme circulaire et avant elle dit que c'est une forme avec des lignes brisées. Est-ce que c'est la même chose pour toi ?
76. Justine : Ben.. un peu tant qu'elle est fermée. Brisée c'est quand elle a des sommets c'est ce qu'on a appelé en fait la ligne courbe et la ligne brisée.
77. P. : Et toi Loïc, par rapport à ce qu'elle dit là ?
78. Loïc : En fait, je pense que par rapport à tout à l'heure pour les solides et les figures planes, à mon avis les solides c'est ce qui est comme ça (*il montre sa trousse*) en 3D et les figures planes c'est comme ça (*il montre un dessin sur son cahier*).
79. P. : D'accord. Est-ce que Quentin là manipule des solides ou des figures planes ?
80. Ensemble : Des solides.
81. P. : Vous en êtes sûrs ? Je ne sais pas, c'est une question.
82. E. : Ah non, des figures planes.
83. E. : Non, des solides.
84. P. : Vous en pensez quoi ?

85. E. : C'est un solide !
86. P. : Bien. Il faut qu'on arrive à définir cette notion de polygone puisque le prochain travail ça va être un classement à partir des polygones, des formes polygonales qui ne sont pas.... Alors, pour l'instant, je la sens encore un peu floue cette notion de forme polygonale.
87. Quentin : Monsieur, les polygones ils peuvent pas rouler parce que poly ça veut dire plusieurs et s'il y a plusieurs formes il y aura du mal à rouler... à part si c'est un rond avec des angles... euh non, pas des angles !
88. P. : Précise.
89. Quentin : Non, mais polygone ça veut dire... Enfin poly – plusieurs mais si y a des ovales et des ronds, ils sont ensemble et ben ça roule un peu.
90. P. : On a vu tout à l'heure, enfin on a entendu dans ce qu'on nous a dit Justine, « figure géométrique composée de lignes brisées ». Est-ce qu'une ligne brisée c'est la même chose qu'une courbe ?
91. Justine : Non, une ligne brisée ça fait comme des montagnes qu'on voit à l'horizon et une ligne courbe c'est arrondi.
92. P. : D'accord. En plus, elle nous a dit que la figure, elle était fermée.
93. Loïc : Il y a aussi les lignes brisées fermées et les lignes courbes fermées.
94. P. : Oui, c'est vrai.
Alors, la définition du polygone c'est quand même une figure fermée. Poly plusieurs, gone côté ; D'accord ? Est-ce que rentre ici la notion de ligne courbe ?
95. Ensemble : Non.
96. P. : Sûr ?
97. Loïc : Non, puisque les côtés c'est dans les droites et les lignes courbes, c'est un petit peu le contraire, donc, enfin, parce qu'y a des ...
98. Justine : Y'a pas de sommet, y'a pas d'arête.
99. P. : D'accord, alors l'arête c'est le nom qui vient pour le solide, d'accord ?
100. Loïc : Ouais, c'est par exemple ça, c'est une arête (*il montre une arête sur sa trousse en forme de pavé*)
101. P. : D'accord. Tu peux montrer à tout le monde ce que tu entends par arête ?
102. Damien : Et le sommet c'est le bout pointu : (*Loïc montre les sommets*).
103. Damien : Le bout qui pique.
104. P. : Bien. Est-ce que quelqu'un n'a pas compris ce que c'était que cette notion de polygone ?
105. P. : Toi, Donovan, t'en penses quoi des polygones ?
106. E. : Je peux ré-expliquer ?
107. Damien : Ben t'en penses que c'est beau !
108. P. : Est-ce que tu as compris ce que c'était qu'un polygone ?
109. Donovan : Non.
110. P. : Non, alors comment tu pourrais le définir toi avec tes mots ? Est-ce qu'en faisant un dessin par exemple tu comprendrais mieux ce que c'est ?
111. Donovan : Non.
112. P. : Non – Bon.
Loïc, est-ce que tu veux en dessiner un au tableau par exemple ?
Qui n'a pas compris ce que c'était qu'un polygone ?

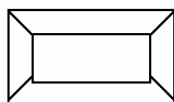
113. Damien : Tu fais comme tu veux du moment que c'est un polygone.
(il s'adresse à Loïc) *(Loïc trace un segment horizontal au tableau avec une règle).*
114. P. : Attends 2 minutes. Donovan, il vient de tracer quoi Loïc au tableau ?
115. Donovan : Une arête de 50 cm.
116. P. : Non, sans mesure. Toi, tu penses que c'est une arête. Y'en a qui ont d'autres idées ? Toi, Justine.
117. Ensemble : Une droite.
118. Damien : C'est peut-être des os, hein... si c'est pas une arête, ça peut être des os, hein.
119. E. : *(Loïc continue, il trace un 2^{ème} côté, perpendiculaire au 1^{er}, plus court que celui-ci).*
Monsieur, plusieurs lignes droites à côté d'un polygone ça veut dire plusieurs lignes droites à côtés, heu, à longueurs différentes.
120. P. : Euh, dans polygone on ne donne pas de notion de longueur.
(Loïc complète son dessin en traçant un rectangle).
121. Manon : Monsieur, ça c'est une figure plane.
122. P. : Alors, toi, Manon, tu dis que c'est une figure plane. Toi, tu dis que c'est un polygone. Est-ce qu'il y en a parmi vous qui pensent que ce n'est pas un polygone ?
123. *(Quelques élèves lèvent la main, dont Manon).*
124. P. : Alors, est-ce que vous pouvez nous expliquer pourquoi ce n'est pas un polygone ?
125. Manon : Ben, déjà c'est une figure plane mais ... ça peut être un polygone mais en tout cas, c'est une figure plane.
126. P. : Attends. La question, c'était qui pense que ce n'est pas un polygone ?
(Justine lève la main.)
127. P. : Alors, Justine...
Tu peux aller t'asseoir, Loïc.
128. Loïc : Mais j'ai pas fini, Monsieur.
129. P. : Qu'est-ce que tu voulais ajouter ?
130. Loïc : Je voulais ajouter ici le sommet.
131. P. : Tu voulais marquer le nom de sommet ?
132. Loïc : Non, non. Mais... faire le côté.
133. Ensemble : En 3D!
En relief !
En volume!
134. P. : Tu voulais dessiner un solide ?
(Loïc dit oui de la tête.)
135. E. : Monsieur, tous les objets en 3D c'est des polygones.
136. Manon : Si, ça c'est un polygone.
137. P. : Attendez. Qu'est-ce que je t'avais demandé de dessiner, Loïc ?
138. Loïc : Un polygone.
139. P. : Et pour toi, tu as dessiné un polygone ?
(Loïc, perplexe, regarde le rectangle dessiné.)

140. Loïc : Euh si ,parce que ça a plusieurs côtés.
141. P. : Donc, tu as dessiné un polygone oui ou non ?
142. Loïc : Oui, il y a des arêtes et des sommets.
143. P. : Est-ce que tu as dessiné un polygone, c'est-à-dire avec la définition que Justine a donnée tout à l'heure ?
144. Loïc : Ah ben non, parce que là il n'y a pas de côtés.
145. P. : Il n'y a pas de côtés là ?
(Loïc prend une boîte cubique et revient au tableau.)
146. Loïc : Par exemple, les côtés c'est ça par exemple (il montre les faces du cube).
147. P. : Attends. Tu peux expliquer ce que tu entends par côté ?
148. Damien : Oui, mais il n'y a pas d'arêtes !
149. Loïc : Mais si, ça c'est les arêtes (il montre les côtés du rectangle).
150. Manon : Mais là c'est des faces, c'est pas des côtés.
151. Loïc : Mais si, les côtés c'est bien ça (il montre les faces).et dans la figure (au tableau) il y a pas de côté.
(les élèves parlent en même temps).
152. Damien : Non, il n'y a qu'une face.
153. Justine : Les côtés c'est la largeur.
154. E. : En 3D, c'est des polygones mais là c'est une figure plane.
155. P. : Ici, on a une figure plane. Est-ce que tout le monde est d'accord sur le fait qu'au tableau on a une figure plane ?
156. Ensemble : Oui.
157. P : Donovan ?
158. Donovan : Oui.
159. P. : Alexis, tu ne penses pas que c'est une figure plane ?
160. Alexis: Si, si.
161. P. : Pourquoi ? Qu'est-ce que ça veut dire déjà une figure plane ?
162. Ensemble : -Ben, une figure plane, c'est une figure vue de face ...
-qui est le contraire des figures en relief en fait...
163. P. : Oui . On voit deux dimensions.
Là, on en était aussi à notre souci de savoir si c'était un polygone ou pas.
Tu penses que c'en est un, toi (Loïc) ? Non ? Bon- Donovan ?
Comment tu nous prouves que ce n'est pas un polygone ?
164. Loïc : Bon, d'habitude sur les formes ici, c'est les côtés (il montre les faces) et polygone, ça veut dire plusieurs côtés et sur la figure au tableau y'en a pas.
165. P. : D'accord. Est-ce que vous êtes d'accord ? Vous pouvez réagir par rapport à ce qu'il vient de dire ?
166. Manon : Ça c'est une face, c'est pas un côté !
167. Sophie : Moi je suis un peu d'accord avec Loïc. Pour moi, si c'était en 3D, ce serait un polygone. Parce que là, il n'y a pas de faces, enfin si il y en a 1 mais dans un polygone, il y en a 2 – non, il y en a

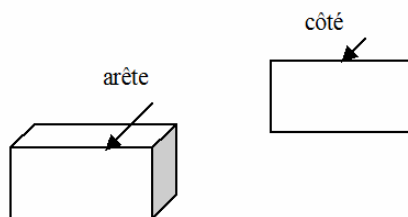
- même pas 2, il y en a plusieurs.
168. Loïc : Un polygone, pour moi, c'est ça (*il montre sa trousse*).
169. Sophie : C'est ce qui est en 3D en fait.
170. E. : Il a raison.
171. P. : Sur quelle notion vous n'êtes pas d'accord ?
Sur côté et sur face.
172. Loïc : Si ça c'est une face, ça c'est une face et ça aussi. C'est quoi des côtés ?
173. (*Manon montre une arête sur la trousse de Loïc*).
174. Loïc : Non, ça c'est des arêtes.
175. E. : Moi, j'suis d'accord avec Manon.
176. Loïc : Mais, Monsieur, arête et côté c'est pas du tout pareil !
177. P. : Qui a quelque chose à dire par rapport à ça ?
178. Julie : Moi, c'est un peu entre parce qu'il y a la face, l'arête et le dessous. Il y a le côté.
179. Loïc : Mais Manon elle dit que les arêtes c'est pareil que les côtés et c'est pas du tout pareil.
180. Damien : Les arêtes c'est ce qui forme les côtés.
181. Alexis. : Un côté c'est entre 2 arêtes.
(*il montre la tranche de la table*).
Là, il y a un côté, c'est entre 2 arêtes (*il montre la tranche de la table*).
Damien, t'as dit que les arêtes ça formait des côtés. C'est grâce à eux qu'on distingue les côtés.
182. P. : C'est grâce à quoi qu'on distingue les côtés ?
183. E. : Grâce aux arêtes.
184. P. : Et toi, Justine ?
185. Justine : Moi ça a presque rien à voir mais je me rappelle qu'en CE2 on avait travaillé es polygones. Il y avait toujours la fiche en bas et il y avait peints en relief les polygones.
186. Loïc : Oui, j'ai le souvenir de cette photo et à chaque fois Claudette nous disait ça c'est les polygones. A chaque fois qu'on faisait des maths presque.
187. P. : Très bien, donc vous avez en référence une photo ou un dessin de polygones, c'est ça – en relief, tu dis ?
188. Justine : Oui
189. Loïc : Euh, en 3D.
190. P.: En 3 dimensions?
191. E.: Il y avait des objets exposés.
192. Damien.: Mais en relief et en 3D c'est la même chose !
193. P.: Mais alors, vous avez cette référence, alors comment se fait-il que quand c'est dessiné, on a ce problème, on n'arrive pas à savoir si c'est un polygone ou pas.
194. Justine : Ben, un polygone, c'est quelque chose où il y a des sommets,, là y en a, où y a des arêtes... et y a toujours un côté ou une face dans un polygone. Puisque là c'est vu de face, quand c'était pris en photo c'était vu de face, ou vu de côté.
195. P. : On dit vu de côté quand c'est une photo ?

196. Ensemble : De profil !
197. P. : D'accord.
Alors on parle de face, de la différence entre face et côté.
198. Justine : Ben, un côté ça a une plus petite épaisseur que la face.
199. P. : Qu'est ce que tu entends par épaisseur ?
200. E. : Ça dépend.
201. Damien : C'est pas vrai, Monsieur.
C'est exactement pareil les côtés et les faces.
202. P. : Pardon ?
203. Damien : Si c'est un carré, et ben les côtés et les faces y sont exactement pareils.
204. Loïc : Non, un carré c'est une figure plane – un cube, c'est ...
205. Damien : Oui, un cube !
206. P. : Un cube, c'est quoi ?
207. Loïc : Un cube, c'est ...
208. Damien : Un solide !
209. P. : Un solide, c'est quoi ?
210. Loïc : Un solide, c'est un polygone. Mais un polygone, ça peut être dessiné, par exemple ça aussi c'est un polygone (*rectangle dessiné au tableau*).
211. P. : D'accord. (*Il se lève*).
212. Damien : Monsieur, moi j'aimerais bien prouver mon truc...
213. P. : Eh bien, vas-y !
(*Il va au tableau. Damien se lève aussi.*)
214. Damien : Sans côtés, sans arêtes il n'y aurait pas de faces ou de ...
215. P. : Comment différencier côtés/arêtes, faces/côtés ?
216. Damien : Par exemple, bon (*il dessine un autre rectangle au tableau*).
Si j'enlève les arêtes il prend un tampon et efface les arêtes une à une, il ne reste plus rien.
217. P. : Si t'enlèves tout (*rires*).
Attends, si tu enlèves arêtes et côtés, tu enlèves tout !
218. Damien : Non.
219. Manon : Non, il reste les sommets !
220. P. : Comment...
221. E. : Alors, explique-moi ... (*rires*).
222. Manon : Le sommet, c'est un mélange de 2 arêtes.
223. P. : Ah ! si le sommet c'est un point - il reste le point.
224. E. : Non parce que...
225. Damien : C'est un croisement entre 2 arêtes ... ou plus.
(*Loïc va au tableau.*)

226. Loïc : Je construis une route (*il dessine 2 droites parallèles*). et on construit une autre route (*il dessine une seconde route perpendiculaire à la première*), ça va faire ici un croisement, un sommet ; Donc, si on enlève les routes, on enlève ça (le croisement) aussi.
227. P. : Mais Justine n'est pas d'accord.
228. Manon : Ce sont les arêtes qui font le sommet.
229. P. : Les arêtes qui font le sommet... Tu peux expliquer ?
230. E. : Faut laisser un point.
231. Loïc : Un point, si tu le regardes au microscope, ça fait une arête.
232. E. : Euh, oui.
233. E. : Moi, j'aimerais bien montrer mon schéma... comment moi je pense que c'est un polygone.
234. P. : D'accord, et par rapport à ce qu'on vient de dire ? le sommet c'est un point. Si on enlève l'arête ou le côté, il reste le sommet...
235. Damien : On enlève l'arête dans le poisson, m'sieur.
236. Loïc : C'est vrai, c'est pareil si on enlève les arêtes du poisson il peut plus, euh... (*il « mime » un poisson et désigne sa colonne vertébrale*)
237. Ensemble : *Oui*
(*Julie va au tableau et complète le tableau de Loïc :*)



238. P. : Ça c'est ce que tu voulais compléter, Loïc ?
239. Loïc : Oui, enfin pas tout à fait.
240. E. : C'est l'intérieur d'une télé : (discussions parallèles).
241. Julie : Pour moi, c'est l'intérieur d'un polygone.
242. P. : Ah ! l'intérieur d'un polygone.
Je vous pose un autre problème.
243. E. : Vous êtes pénible avec vos problèmes !
244. P. *dessine au tableau*



245. E. : Alors là, il y a un problème.
246. P. : Je vous ai dessiné 2 figures géométriques avec les mots que vous avez employés.
247. Justine : En fait, vous ce que vous avez compris, c'est arrêter, quand on arrête.
248. P. : (*Mise au point sur l'orthographe du mot arête et des verbes arrêter, s'arrêter*).
249. Laura : Vous vous êtes trompé, Monsieur, là où y a l'arête, en fait, il faut inverser.
250. P. : J'accepte complètement de m'être trompé. Vas nous montrer ce que tu veux inverser et pourquoi.
(*Laura se lève et va au tableau*).

251. Laura : Là... la flèche (*flèche portant le mot arête*).
252. P. : Est-ce que vous comprenez que je montre la ligne qui est là (*il désigne du doigt une arête du cube*).
253. E. : En fait, ce que vous avez dessiné en haut, c'est un côté, c'est toute la forme, Monsieur.
254. Justine : En fait, l'arête, c'est une ligne, c'est une droite.
255. (*Après une minute de silence, Philippe repasse en couleur un côté du rectangle et une arête du cube dessinés au tableau.*)
256. Damien : J'ai aucune chose de carré en relief, moi.
257. P. : Je repasse d'une autre couleur. Donc, qui est-ce qui a parlé de ligne ?
258. Justine : ...
259. P. : Est-ce que ça peut vous faire réagir maintenant ? Donovan, toi qui avais des difficultés tout à l'heure avec les polygone, est-ce que t'es mieux éclairé ou pas maintenant ?
260. Donovan : ... (*non de la tête*)
261. P. : Non.
262. Justine : Je sais pourquoi on l'appelle l'arête :
263. P. : Alors – Pourquoi tu veux qu' on l'appelle l'arête ?
264. Justine : C'est parce que par exemple les arêtes du poisson c'est souvent dur et un eu droit... enfin, ça dépend des fois mais... pis c'est dur aussi.
265. P. : Alors, arête de poisson c'est comme toute à l'heure avec arrête avec 2 « r » - On n'est plus dans un terme géométrique. Bastien ?
266. Bastien : Parce qu'il fallait bien lui donner un nom !
267. P. : Oui, peut-être. Ça correspond à quelque chose ce nom.
268. E. : Ah, c'est grec ?
269. Justine : Au début, j'avais pas compris, mais il a raison Loïc en fait.
270. P. : Il a raison pour quoi ?
271. Justine : Ben, au début on disait qu'il restait des points mais il a raison.
272. P. : Ah, toi tu parles des sommets (oui).
Toi, c'est ce que tu défends : quand on amène 2 j'sais pas quoi... 2 droites et qu'elles se rencontrent à un point donné. Quand on efface les droites, il reste le point... c'est possible.
273. Justine : Déjà je veux dire que je m'étais trompée en fait. Parce que quand il l'a mis au tableau, c'est vrai ne reste pas juste un sommet comme ça, quand on efface toutes les arêtes.
274. P. : D'accord.
275. Justine : Donc, on peut dire que les sommets c'est fait de plusieurs arêtes.
276. P. : Donc, est-ce que ça veut dire que tu acceptes aussi de changer ton idée sur la définition d'arête et de sommet ? Est-ce que tu accepterais de changer ?
277. Justine : Euh...
278. P. : David ?
279. David : Là, le côté, faudrait le mettre en bas et à droite sur le... (*David va au tableau*).

280. Clément : C'est bizarre parce que là... en fait ils sont pareils (le pavé et le rectangle dessinés au tableau).
281. P. : Attends, David.
Oui (*à Clément.*) viens voir.
(*Clément va au tableau et dessine un pavé comme celui déjà dessiné.*)
282. E. : Si on effaçait ça (*il efface les faces du pavé sauf celle qui se présente à nous de front.*)
Et ben, il resterait la même chose que ça (*il désigne le rectangle déjà dessiné au tableau*)
283. P. : D'accord.
284. Loïc : Oui, mais s'il efface les arêtes et doit toutes les effacer...
285. E. : Oui, mais c'est les autres arêtes.
286. Damien : Donc, si t'effaces les arêtes, il reste quoi là ?
287. Ensemble : Rien.
288. Ensemble : Si !
289. P. : Il reste pas un côté là ?
290. Damien : Il reste une figure plane.
291. P. : Il reste une figure plane, hein... on est d'accord. Tu as effacé quoi alors, autour ?
292. E. : Les arêtes et des côtés.
293. P. :- Je suis complètement d'accord avec toi. Tu as effacé et des arêtes, et des côtés.
294. (*Clément, perplexe, va se rasseoir. David va au tableau.*)
295. David : Alors le côté il est là (*il montre une face du pavé perpendiculaire au plan du tableau*) et les arêtes c'est ça (*il désigne une arête*). Sur une même figure, c'est là, là, là...
(*Philippe montre le rectangle dessiné plus haut*)
296. P. : Pourquoi je n'ai pas mis « arête » là ?
297. David : Parce que c'est une figure plane
298. E. : Parce que vous vous êtes trompé
299. Damien : Parce ce que vous êtes pas allé à l'école longtemps (*rires*).
300. P. : David, tu peux répéter s'il te plaît ?
301. David : Pourquoi vous avez pas mis arête là ? Parce que ce qu'est une figure plane.
302. P. : D'accord. Et l'autre, si c'est pas une figure plane, c'est quoi ?
303. David : Un polygone !
... Ben, j'suis pas sûr.
304. P. : Christelle, tu as une idée sur tout ça ?
Merci, David.
(*David va se rasseoir.*)
Qu'est-ce que tu as compris ?
305. Christelle : On a fait un méli-mélo avec les côtés et les faces et maintenant je m'y retrouve plus...
306. P. : Exact. On a fait un méli-mélo avec côté-face, mais c'est pour une bonne raison. C'est que c'était pas clair. Loïc ?
307. Loïc : Alors moi, tout à l'heure, je m'étais trompé aussi. C'est que ici là (*il va au tableau*) sur la figure plane, il n'y a pas d'arête, c'est des droites

309. P. : Comment tu peux le prouver, ça ?
310. Loïc : Vous l'avez dit, M'sieur !
Ben, euh...
311. P. : C'est vrai que je l'ai dit ? Bon...
312. Loïc : Ben les arêtes, c'est...
Je crois qu'on avait appris quelque chose encore en CE2. C'est que dans les figures planes, y'a pas d'arêtes, c'est des droites, mais ici (*le solide*) c'est différent...
313. E. : Monsieur, vous pouvez nous donner la solution s'il vous plaît ?
314. P. : Sûrement pas...
315. Loïc : Je pense que la face c'est toujours le côté qu'il y a devant nous...
316. E. : On se regarde de face.
317. Loïc : Oui...
Par exemple, si on a un cube (*il en prend un*) ça ça va être la face (*il montre la face qui se présente devant lui*). Ça dépend comment je regarde aussi...
318. P. : D'accord (*Loïc va se rasseoir*).
Manon ?
319. Manon : Comme là il y a une figure plane et un solide. Ben là, je pense que dans le solide, on appelle les arêtes les bords et sur la figure plane, on appelle ça les côtés.
320. P. : Vous avez entendu ce qu'a dit Manon ?
(Manon répète.)
321. Christelle : Ce que j'ai compris, moi, c'est qu'une arête sépare les côtés.. et les côtés, c'est... je sais pas.
322. P. : Attends. C'est ce que tu as compris de ce qu'a dit Manon ou ce que tu penses avoir compris des arêtes et des polygones ? Et par rapport à ce qu'a dit Manon, s'il te plaît ?
(Manon répète.)
323. P. : C'est pas pareil mais, c'est la même ligne.
324. Alexis : En fait, la figure (*le rectangle*), c'est... c'est un carré, et celle d'en bas ça fait aussi un carré, oui un rectangle.
325. Laura : Un cube !
(Loïc va au tableau).
326. Loïc : Dans le carré y a des perpendiculaires et ces droites qui sont des perpendiculaires, ... c'est des droites.
327. P. : On appelle ça côté ou droite ?
328. Loïc : On les appelle droite.
329. P. : Et les côtés et faces ?
330. Loïc : La face c'est ça (*il montre le côté qui se présente de front*).
331. P. : C'est forcément ce que tu vois de face ?
332. Loïc : Oui. *(Manon va au tableau).*
333. Manon : Oui, mais là c'est pas la même chose.
334. Loïc : Ben, si.

335. Manon : Ben, non.
336. Ensemble : Si.
337. Manon : Ce ne sont que des faces.
338. Loïc : *Loïc prend le cube en carton et montre tous les côtés du cube sauf celui qui est devant lui.*
Ça c'est pas des faces
339. Manon : Et ça change de nom quand on la tourne !?
340. Loïc : Ben, oui.
341. P. : Pour résumer – Pour Manon (*ils vont se rasseoir*), Manon dit que n'importe quelle forme de ce solide devient une face à partir du moment où ce solide peut tourner et nous en peut tourner autour. Donc, finalement, elle garde le même nom pour chaque forme parce qu'elle trouve que ce n'est pas logique de changer de nom. Pour prouver ça, tu dis que si je fais tourner le solide, j'ai toujours une face devant moi.
342. Loïc : Ben, alors, c'est quoi les côtés ?
343. Manon : Y'en a pas dans un solide mais yen a dans les figures planes.
344. Loïc : Alors ça (*le solide*) c'est pas un polygone.
345. Manon : Ben, si.
346. Loïc : Polygone ça veut dire plusieurs côtés et là si t'as des faces, t'as pas de côtés.
347. Manon : Moi, je pense que les côtés c'est comme les arêtes en fait.
348. P. : Tout à l'heure, tu as dit que les côtés c'était sur les polygones et les figures planes, alors que lui, il pense que c'est sur les solides et...
349. Loïc : Et que sur les polygones.
350. P. : D'accord. Donc, on va être obligé de trancher un moment ou à un autre. C'est quelque chose de très intéressant qui vient d'être soulevé. C'est-à-dire qu'en fonction de l'endroit où on se place, est-ce que les choses changent de nom ou pas ?
351. On entend : Ben, oui !
(*Manon et Loïc discutent à leur place*).
352. Manon : Sur le solide, ça ne change pas de nom !
353. (*Discussions parallèles*)
354. Damien : Ah si c'est ça j'ai compris ! (*il désigne le mur de la classe devant lui*). Tout ce mur là c'est comme une figure plane et là-bas (*il désigne le coin du mur*) c'est bien un côté.
355. P. : Si on prend le mur, effectivement, tu as une figure plane. Là, on est d'accord.
356. Ensemble : Ouais.
357. P. : Le concept de figure plane est établie.
(*Damien se lève.*)
358. Damien : Là, c'est un côté
359. On entend : C'est une arête !
360. Damien : Vous vous dites que y'a que ça, et ben là, c'est le côté droit de la figure plane.
361. Loïc : Ça veut dire que ça (*le rectangle dessiné au tableau*) c'est un polygone, ça !?
362. P. : Qui pense que cette figure est un polygone ? (*Manon, Donovan et Justine lèvent la main*).
Qui pense que ce solide est un polygone (*les autres et Manon lèvent la main*).

363. Ensemble : Manon !
364. Manon : C'est deux polygones.
365. Loïc : Ben pourtant, c'est pas pareil !
Je comprends pas, elle dit que là y'a pas de côtés.
366. On entend : Elle a peut-être raison aussi, hein...
367. Manon : Je dis que l'arête ça a la même fonction qu'un côté
(discussions éparses).
368. P. : Attendez *(il prend un cube en carton, auquel il manque une face).*
Regardez, quand je regarde de ce côté... non, pas de ce côté, oh le vocabulaire !
369. Alexis : La boîte, y'a une face là, une face là *(il montre les faces).*
370. On entend : Dessus c'est la face et là c'est les côtés.
371. P. : Et si tu le tournes ?
Quand vous regardez de ce côté *(il met la face manquante vers la classe et désigne un bord)* là c'est un côté *(puis il tourne le cube et désigne une arête)* et là c'est une arête.
372. Julie : C'est comme si c'était fermé ! Le maître veut qu'on fasse comme si c'était fermé !
Damien : Pour qu'il y ait une arête il faut qu'il y ait 2... Là, c'est coupé, y'en a pas...
373. P. : Si je regarde cette face... cette figure plane en faisant abstraction de ce qui a derrière, y'a 4 côtés *(on entend : c'est un polygone !)* c'est un polygone. Damien dit que quand il assemble les 2 figures planes, les côtés deviennent une arête.
374. Christelle : Pourquoi un côté ne pourrait pas être une face ?
375. Loïc : Non, regarde, je te regarde comme ça, t'es de face ; si tu tournes, t'es pas de profil, t'es de côté.
376. Julie : Moi, j'suis pas d'accord avec Damien parce que c'est des arêtes même si y'a pas de côtés. Lui, il dit que c'est ouvert la boîte alors que c'est pas des arêtes mais un côté.
377. Damien : Ben, oui !
379. Julie : La boîte a un sommet, des arêtes, ça fait rien si c'est ouvert, c'est pareil.
380. P. : Si virtuellement on pense que c'est fermé.
381. Damien : Ben, y'a que des arêtes alors
382. P. : Je veux entendre Christelle.
383. Christelle : Ben si on prend une boîte blanche, on peut pas savoir si c'est des côtés ou des faces.
384. On entend : Oui, elle a raison !
385. P. : Il est vrai que, dans le langage courant, on confond côté et face mais géométriquement, ce n'est pas la même chose.
(...) En fait, chaque fois que je regarde un côté du solide, c'est une figure plane, on est d'accord ?
386. Loïc : Dans une figure plane, les arêtes c'est des côtés.
387. Damien : Ah oui, par exemple une feuille c'est une figure plane.
388. Manon : Moi, je pense qu'un solide, c'est fait de 6 figures planes, par exemple et si on les attache toutes, ça fait des arêtes. Et si on les détache, ça devient des côtés.
389. Loïc : Non, c'est un côté *(une face)*. Y'a toujours plus de côtés que de faces.
390. *(Damien va au tableau et prend la boîte.)*
391. Damien : Y'a 6 côtés et quand on détache tous les côtés ça devient ça *(il dessine un carré).*

(Il va se rasseoir et Philippe dessine un patron de cube au tableau.)

392. P. : D'après certains, quand je regarde ce cube, on a des figures planes à 4 côtés assemblés. D'après ce que j'ai compris, quand on assemble des figures planes, les côtés qui vont se superposer deviennent des arêtes, c'est ça ? Donc ici, je déplie ma boîte, j'ai des arêtes ou des côtés ?
393. Ensemble : Des arêtes !
Des côtés !
394. P. : Là, j'ai dessiné une figure plane ou un solide ?
395. Ensemble : Une figure plane.
396. Loïc : Ce sera plat mais dessiné !
397. P. : On va devoir arrêter.
Je n'avais pas du tout prévu ça aujourd'hui. On le fera le prochain cours.
On reviendra là-dessus pour élucider ce problème. Vous allez voir que vous avez tous raison sur une partie. On fait une synthèse de tout ce que vous avez dit.
On est reparti de la figure plane. Le problème, c'était la définition du polygone. Certains m'ont donné la définition selon laquelle c'est une figure délimitée par une ligne brisée fermée. Je vérifie sur mon dessin (le rectangle) c'est bien une figure fermée – différence avec une figure ouverte (*il dessine une figure ouverte*).
Une figure plane qui est différente d'une figure fermée avec des lignes courbes.
J'ai plusieurs côtés. Comme disait Quentin Poly = plusieurs, gone = côté.
398. On entend : C'est pas des arêtes, hein !
399. P. : On a encore un petit souci à régler avec ça.
400. Loïc : Moi, la discussion ça m'a permis de comprendre ce que c'était.
401. Manon : Ouais, moi aussi.
402. P. : Je pense que c'est pas encore tout à fait clair.
Je vais vous expliquer pourquoi. Tout d'abord, David dit « j'ai une face au-dessus et j'ai 4 côtés ». On a donc encore une distinction à faire entre les notions géométriques et le vocabulaire qu'on emploie tous les jours. Donc, on a des figures planes et en 3 dimensions comme vous le dites, il y a des solides et effectivement, il y a des lignes qui changent de noms parce qu'on ne les voit pas pareil et en plus, elles sont reliées à d'autres figures planes.
Donc, ce que l'on peut retenir aujourd'hui, c'est que dans un solide... qui est composé de quoi alors, Loïc ?
403. Loïc : D'arêtes, de côtés, de figures planes.
404. P. : Oui, c'est ce que j'attendais : de figures planes.
Les côtés des figures planes quand elles sont assemblées deviennent ...
405. Ensemble : Des arêtes.
406. P. : Alors, les notions côtés et faces, on y reviendra la semaine prochaine...
407. Tout ça, c'est pour vous montrer que, des fois, on a des croyances....
En mathématiques, il faut toujours prouver ce qu'on dit.

ANNEXE 7, TRANSCRIPTION DE LA SÉANCE 3

Les tables sont rassemblées deux par deux dans la classe, formant des groupes de quatre élèves qui se font face.

1. P : Qu'est-ce que l'on avait fait lors du dernier atelier ? Oui, vas-y ...
2. E : Ben, on essayait de chercher la différence entre les côtés et les faces.
3. P : Oui, et puis ?
4. Alexis : On faisait des débats ...
5. P : Manon, ...
6. Manon : On faisait des figures planes aussi pour voir si c'était des polygones ou pas.
7. P : D'accord, Loïc ?
8. Loïc : On avait vu que, dans les figures planes, il y avait des côtés mais on n'a toujours pas de preuve. On avait fait un débat sur les figures, les solides et les deux.
9. P : Qu'est-ce qui te manque à toi ?
10. Loïc : Ben, les preuves.
11. P : Les preuves. Bastien ?
12. Bastien : Non.
13. P : Bon. (*P dessine un rectangle au milieu du tableau.*)
Qu'est-ce que c'est que ça ?

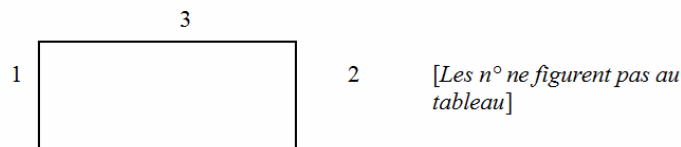
[*Les élèves lèvent la main.*]

14. E : C'est un rectangle.
15. P : Oui. Comment on peut l'appeler encore ?
16. E : Une figure plane.
17. P : Une figure plane. Pauline ?
18. Pauline : Un solide.
19. P : Est-ce que c'est un solide ?
20. Loïc : Non, c'est une figure plane ... Y'a des côtés.
21. P : Y'a des côtés. Est-ce que Gwendoline, tu peux me montrer les côtés s'il te plaît ?
Tu peux même les repasser en une autre couleur.

[*Gwendoline se lève, va au tableau et prend une craie.*]

22. P : Montre-nous déjà un côté.

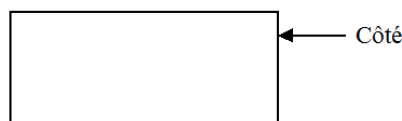
[*Gwendoline repasse un côté du rectangle avec la craie de couleur.*]



23. P : Oui. Je peux repasser ?
[*P prend la craie et repasse sur ce côté en appuyant davantage.*]
24. P : Et dis-moi, celui-là (*il désigne le côté 2*), c'est un côté aussi ?
25. Gwendoline : Oui.
26. P : Donc, en fait, j'ai combien de côtés ?
27. Gwendoline : 4.
28. P : D'accord. [*Gwendoline retourne à sa place.*]
Et, Christelle, est-ce que c'est un polygone ?
29. Christelle : Non.
30. P : Qui est-ce qui n'est pas d'accord avec elle ?
[*Seul Loïc et Manon lèvent la main.*]
Donc, tout le monde est d'accord sauf Loïc et Manon.
Quentin, t'en penses quoi ? On se réveille. C'était quoi la question ?
31. Quentin : Si, j'étais d'accord.
32. P : Par rapport à quoi ? Utilise des termes précis.
Thomas, c'était quoi la question ?
33. Thomas : Si c'était une forme polygonale.
34. P : D'accord. Sandrine, tu penses quoi
35. Sandrine : Ça peut être un polygone.
36. P : « Ça peut être » ou est-ce que tu es sûre que c'est un polygone ?
37. Sandrine : Ça peut être, je pense.
38. P : Qui se rappelle de la définition du polygone ?

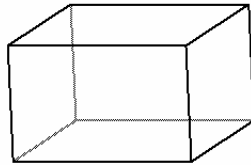
[*Quelques élèves lèvent la main.*]

39. Justine : C'est ... un polygone, c'est une forme qui a des sommets, des côtés ... et puis ça peut être plat ... enfin, ça peut être de face ou en relief.
40. P : Quentin, tu continues ?
41. Quentin : Ben, ça a plusieurs côtés.
42. P : Oui, pourquoi ça vient de « plusieurs côtés » ?
43. Quentin : Poly.
44. P : Poly – plusieurs, oui.
Alexis, tu veux dire quelque chose !
45. Alexis : Là, y'a plusieurs côtés !
46. P : Oui. Damien ?
47. Damien : Ben, si Justine elle a dit qu'il devait y avoir des sommets. Ben, là (*il désigne le rectangle au tableau*), je crois pas que ç'en est un parce que pour qu'il y ait des sommets, il faut trois arêtes qui se rencontrent.
48. P : Toi, tu crois qu'il faut trois arêtes pour faire un sommet. Bastien, à ton avis ?
49. Bastien : Moi, je pense que c'est une figure qui a plusieurs côtés et sommets et ... euh ...
50. P : Est-ce qu'est un polygone ou pas ?
51. Bastien : Ça ? [Il montre le rectangle au tableau.]
52. P : Oui.
53. Bastien : Ouais, parce qu'il y a plusieurs côtés.
54. P : Je rappelle la définition du polygone : un polygone, c'est une figure géométrique plane, donc à deux dimensions : longueur et largeur (il montre sur le rectangle au tableau), qui est composée d'une ligne brisée et fermée. D'accord ? (il suit le contour du rectangle), donc la figure est fermée. Ce sont des lignes brisées.
55. Loïc : Monsieur ?
56. P : Oui ...
57. Loïc : Vous avez dit la réponse.
58. P : Oui, c'est fait exprès. J'ai dit que je disais ce que c'était.
59. Loïc : Oui, mais vous avez dit qu'un polygone, c'était une figure plane.
60. P : Oui.
61. Loïc : Donc, la figure en 3 dimensions, c'est pas un polygone.
62. P : Non.
63. Damien : C'est ce qu'on avait dit à l'autre séance.
- 64a. P : Donc, ici on a une figure plane, avec 4 côtés pour celle-ci. Cette figure plane est fermée, donc c'est un polygone. D'accord ?
- 64b : Je vous dessine autre chose.
[P dessine sous le premier rectangle deux rectangles identiques.] Alexis, qu'est-ce que j'ai là ? Normalement, elles devraient être de même grosseur.
65. Alexis : Ben, ce sont deux figures planes.
66. P : Deux figures planes. D'accord. Tout le monde est d'accord ?
67. Ensemble : Oui.
68. P : Est-ce que ce sont deux polygones ? (on entend des « oui » et des « non »)
Donovan ?
69. Donovan : (Silence.)
70. P : Est-ce que tu penses que j'ai ici un polygone et ici un polygone ?
71. Donovan : (Silence.) ... Oui.
72. P : Est-ce que c'est confus encore pour toi le polygone, la définition du polygone ?
73. Donovan : Non, mais c'en est un.
74. P : C'en est. Tu en es sûr ?
75. Donovan : Oui.
76. P : Maintenant, je veux assembler ces 2 polygones pour former un solide. Loïc ?
77. Loïc : Il faut ... en fait, c'est comme si on voyait au travers ...
78. P : Je vais vous faire le dessin (*il efface les rectangles et dessine :*)
un polygone

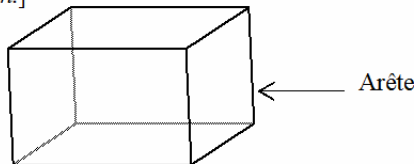


une figure plane

79. P : Voilà, on sait qu'il y a 4 côtés. On sait qu'on peut appeler rectangle, comment nous a dit Donovan, et on sait qu'il y a beaucoup d'autres noms, comme un quadrilatère ... Oui ?
80. Loïc : Pour la figure des solides, il faut faire comme si on regardait en haut et qu'on voyait à travers.
81. Damien : Comme sur le cahier de math ...
82. Loïc : Non, comme si on voyait à travers ...
83. P : D'accord, je vais le dessiner (*il dessine au tableau un pavé en perspective cavalière*)

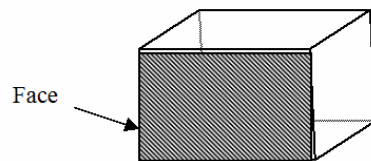


84. P : Donc, voici un solide, par rapport à tout à l'heure, j'ai assemblé deux figures planes ... et puis d'autres aussi. Et bien, dans un solide, les figures planes vont changer de nom, elles vont s'appeler ...
85. E : Des faces !
86. P : Oui, très bien, des faces. Il y a une autre partie qui va aussi changer de nom. Dans les figures planes, j'ai des côtés (il montre les côtés du rectangle dessiné au tableau). Dès que j'assemble les figures planes et que les côtés vont se confondre, se superposer, ils vont devenir ...
87. Ensemble : des arêtes !
[P complète son dessin.]



88. P : Dans un solide, tous les côtés des figures planes changent de nom et deviennent des arêtes. (*Silence.*) (10'21)
89. P : J'avais une petite boîte la semaine dernière ... (*il saisit un cube en carton.*)
90. Alexis : Oui, mais il y a aussi des côtés !
91. P : Oui, vas-y. [*L'élève se lève et saisit le cube.*]
92. Alexis : Y'a aussi ces côtés là ! (*Il désigne les faces du cube.*)
93. P : C'est-à-dire ?
94. Alexis : Là, il y a les côtés (*il montre les faces latérales*) et là, il y a les faces (*il désigne les faces situées au-dessus et en dessous*).
95. P : D'accord, alors pour Alexis – et pour la majorité d'entre vous, je pense – si vous regardez le solide et que je cache tout ce qu'il y a autour et derrière, vous voyez quoi ? (*Il manipule le cube simultanément.*)
96. Ensemble : Une face !
97. P : Une face, d'accord.
Et si je l'enlève du solide et que je vous le montre comme ça, ça deviendra ...
98. Ensemble : Une figure plane !
99. P : Une figure plane, on est d'accord. Alors, dans le solide, elle devient une face. Mais on ne parle pas de côté pour ne pas faire de confusion.
100. Damien : Ce sont toutes des faces :
101. P : Ce sont toutes des faces. A partir du moment où on tourne le solide, qu'on le regarde de dessus, de dessous, ce sont toutes des faces. D'accord ?
Le côté n'est utilisé, en géométrie – je précise – que pour les figures planes. Dès que c'est un solide, ça devient des arêtes.
102. Damien : Alors, quand on dit que ça [le mur de la classe] c'est une figure plane, alors ça [l'angle du mur] c'est un côté.
103. P : C'est un côté si on ne le prend ... comment dire ... que sur 2 dimensions. Dès qu'on ajoute une troisième dimension – il y en a la semaine dernière qui parlaient de vision en 3D ou en relief – dès qu'on ajoute une 3^{ème} dimension – la profondeur – on a affaire à un solide et certaines parties changent de nom.
104. Damien : Alors, il faut pas dire d'aller au coin, il faut dire d'aller au côté !

- 105a. P : (Rires.) Le mot « face », le mot « côté » sont des mots qui peuvent changer de signification en fonction de la matière dans laquelle on les emploie. Donc, à retenir : dès qu'on a un solide, on a plusieurs faces. Les arêtes retiennent les faces entre elles.
- 105b : Un autre terme aussi. Lorsqu'un solide est posé sur quelque chose, la face que l'on ne voit pas (il pose le cube en carton sur une table) s'appelle la base. (Silence.)
- 105c : Voilà, la discipline c'est les mathématiques, la géométrie. Si on utilise face ou côté en production d'écrit par exemple, on pourra l'utiliser pour autre chose : montre-moi ta face, ne perds pas la face, mets-toi de côté, passe de l'autre côté. D'ailleurs, on verra un travail de production d'écrit justement par rapport à ces mots qui sont utilisés dans plusieurs contextes, dans plusieurs disciplines.
(Loïc lève la main.)
106. P : Oui ?
107. Loïc : Y'a un truc qui est différent aussi, si on regarde, si on emploie les termes géométriques, là c'est de face et puis là c'est de côté.
108. P : De profil !
Est-ce que tu peux employer les termes géométriques pour une personne ?
109. Damien : Euh ... ta tête c'est un cube ...
110. P : Sophie, tu peux récapituler un peu ce que l'on a dit ? Viens au tableau, si tu veux, pour expliquer.
(Sophie se lève et va au tableau.)
111. Sophie : Alors, quand on a une figure plane, on a des côtés.
112. P : Tu peux montrer précisément, s'il te plaît ? (Sophie repasse les côtés avec une craie de couleur.)
113. P : Oui. J'ai marqué le polygone en haut, tu peux préciser ?
114. Sophie : Alors, quand on a une figure plane, enfin un polygone (hésitation).
115. P : Qu'est-ce que c'est qu'un polygone ?
116. Sophie : Ben, un polygone, c'est quand on a plusieurs côtés. Pour moi, c'est ça.
117. P : Donc, un polygone, c'est une figure à plusieurs côtés. Il faut rajouter quelque chose quand même. Oui ?
118. E : On a une ligne fermée.
119. P : Pour que ça soit un polygone, on a une figure fermée.
120. Sophie : Et quand on passe en 3D, ça change de nom. C'est plus des côtés, c'est des arêtes.
121. Damien : Monsieur, c'est pas des lignes fermées, c'est des lignes brisées.
122. P : Brisées et fermées, oui.
Donc ... Comment ça s'appelle, tout ça ? (Il désigne le pavé.)
123. E : Un cube.
124. P : Non, ce n'est pas un cube.
125. E : Une forme en 3 dimensions.
126. E : Un solide.
127. P : Oui, un solide. (Il écrit solide au-dessus du pavé.)
Bien, je te laisse continuer.
128. Sophie : Quand ça change de forme, c'est un solide, ça change souvent de nom. Quand c'est un solide, ça s'appelle les arêtes ; quand c'est un polygone, ça s'appelle les côtés.
129. Damien : Monsieur !
130. P : Oui ?
131. Damien : Ça ressemble à un fromage qui s'appelle le Chaumier !
132. P : (Rires.) Pauline, tu viens nous hachurer une face, s'il te plaît !
[Pauline va au tableau – Sophie retourne à sa place] avec des hachures ...
[Pauline hachure une des faces du pavé. P complète la légende.]



133. P : Vous avez bien enregistré ?
134. Ensemble : Oui.
135. P : Parfait. (Il efface le tableau.)
136. E : Contrôle ! (19')
(P distribue une fiche 3 aux élèves.)

137. P : Bien. Qu'est-ce que j'attends de vous sur cette fiche ? C'est que vous puissiez retranscrire tout ce que l'on vient de voir, aujourd'hui et la semaine dernière. Aujourd'hui, c'était plus pour apporter des réponses après les discussions de la semaine dernière.
(Les élèves lisent la fiche 3):
138. E : Monsieur, on peut le faire à deux ?
139. P : Oui. On se donne 10' pour remplir cette fiche. On va procéder par étapes. Ecrivez au crayon à papier si vous avez peur de faire des erreurs.
- (23')
140. P : Est-ce que c'est terminé pour la première question ?
Quentin ?
On répond.
141. Quentin : Voici une forme plane.
142. P : Oui, alors.
143. E : Figure plane.
144. P : Voici une figure plane (P écrit au tableau). Qui avait trouvé ? (Personne ne répond.)
Qui est un ...
145. Quentin : Polygone (P écrit.)
146. P : Parce qu'elle est composée ...
147. E : De plusieurs côtés.
148. Damien : Et d'une ligne brisée fermée.
(P écrit.)
149. P : On ne parle pas de sommet ici.
150. E : Et de faces !
151. P : Non, il n'y a pas de face. Voilà, ensuite, ... Donovan !
152. Donovan : Cette forme géométrique a 4 ...
153. P : 4 quoi ?
154. E : Arêtes ?
155. P : Non, on ne peut pas dire arête !
156. E : Côtés !
157. P : Oui, côtés 'il écrit au tableau).
Donc, c'est un quadrilatère, pour Damien qui a posé la question tout à l'heure.
Deuxième exercice.
158. E : Monsieur, vous demandez à chaque fois les mêmes questions.
159. P : C'est pour être bien sûr que tout le monde le sait (les élèves remplissent la fiche – discussions éparses) (32').
Deuxième exercice.
160. E : Voici 2 polygones que je vais assembler pour former un solide.
161. P : Oui. Qu'est-ce qu'on peut employer comme autre mot ?
162. E : Figure plane.
163. P : Oui, soit polygone, soit figure plane.
164. E : Moi, j'ai mis formes géométriques aussi.
165. P : Alors, j'aimerais que ce soit un peu plus précis. Soit polygones, soit figures planes. J'attendais figures planes mais polygones ça fonctionne aussi. (Il écrit au tableau, avec « figures planes polygonales ».)
Troisième exercice. Sophie ?
166. Sophie : Voici un solide. Les côtés ont changé de nom.
167. P : Non, il y a « elles » derrière.
168. Sophie : Les lignes brisées.
169. P : Moi, quand j'ai écrit le texte, je pensais à figures planes ...
170. E : Ben, oui !
171. P : Alors, les figures planes ont changé de nom, elles s'appellent maintenant les faces.
Les côtés sont devenus des arêtes. Voilà. Après, j'ai le schéma (il reproduit le dessin au tableau, les élèves terminent de copier).
172. E : Je sais ce que c'est après :
173. P : Alors, vas-y !
174. E : Cette partie que l'on ne voit pas, sur laquelle repose le solide s'appelle la base.
175. P : D'accord (il répète et copie au tableau).
Et enfin, dernière phrase ... qui nous montre que, quand je pense à quelque chose, ce n'est pas forcément ce à quoi vous pensez. Ce qui est logique Laura !
176. Laura : Colorie une arête visible.

177. P : Oui, ou ça peut-être « Colorie une face visible ». Pour lever les ambiguïtés, on va le marquer dessous. Si vous avez marqué « Colorie une face visible », en dessous vous marquez « Colorie une arête visible ».

178. E : On le fait ?

179. P : Oui, on colorie une arête et une face.

[Les élèves colorient – discussions éparses.] (3')

(43')

180. P : Bien. Vous prenez vos cahiers de maths, s'il vous plaît. On va faire un petit exercice.

(P distribue la fiche 3 sur laquelle les élèves découvrent la grille suivante à remplir ☺)

Solide	Nbre de faces	Faces polygonales				Faces non polygonales	
		Carré	rectangle	triangle	autre	disque	autre
a							

Alors, il faut qu'on reprenne tout ça dans le cahier. Vous reprenez cette fiche (fiche 2) où les solides ont des lettres minuscules. Ça devrait être collé normalement.

Bon. Alors, on a des solides dessinés, repérés par des lettres minuscules. On les a déjà comparés avec d'autres solides. Maintenant, qu'est-ce que je vous demande de faire ? (Silence - les élèves lèvent la main.)

Gwendoline, à ton avis, qu'est-ce que je te demande de faire ?

181. G. : Ben, il va falloir compter les faces.

182. P : Oui

183. G. : Savoir si c'est un carré, un rectangle ou un triangle ou un autre polygone, ou y'a des faces qui ne sont pas des polygones. Par contre, y'a un mot que j'ai pas compris. C'est « disque ».

184. P : Alors, disque. Est-ce que quelqu'un peut expliquer, dans les faces qui ne sont pas des polygones, le mot disque. Sophie ?

185. Sophie : C'est un rond ... dans le rond. C'est le milieu je crois ... enfin, c'est un cercle avec un milieu, enfin ... je sais plus ce que c'est.

186. Manon : C'est un cercle.

187. P : Un disque, c'est un cercle ... la preuve ... les disques que l'on achète, les compact disques.

188. E : Un disque vinyle.

189. P : Oui.

190. Loïc : Monsieur, ben en fait, on sait que ce ne sont pas des figures planes, mais on sait que ce sont des solides.

191. P : On sait que ce sont des solides.

192. Loïc : Et on sait que les solides sont des « heum - heum ».

193. P : Ben ... dis ta réponse si tu crois que c'est une réponse ...

Les solides ne sont pas des polygones, mais est-ce que ce qui a remplacé les figures planes ... ça s'appelle comment déjà ?

194. E : Les faces.

195. P : Les faces, est-ce qu'elles peuvent être polygonales ?

196. Damien : Mais c'est quoi, son « heum - heum » ?

197. Loïc : Ben, c'est la réponse !

198. Bastien : Monsieur, on comprend rien quand il dit « heum - heum » !

199. P : Il a parlé de polygone et de figure plane. Donc, en fait, il y a des solides qui ont des faces qui sont des polygones et des solides qui ont des faces qui ne sont pas des polygones.

200. Loïc : Ah donc, en fait, on ne prend en compte que ça ... Par exemple, je prends ça, le cube.

201. P : Oui.

202. Loïc : On a la face du haut et je vais dire que c'est une figure plane ...

203. P : Qu'est-ce que tu dois chercher ?

204. E : Le nombre de faces.

205. E : Si c'est un carré, un rectangle.

206. P : Par exemple, le solide a. Alors, le solide a

207. E : Y'a 6 faces.

208. Manon : Et c'est un rectangle.

209. P : Et les polygones qui ont été utilisés ici, elles ont des formes de rectangles.

- Ce sont des rectangles.
210. Bastien : Carré et cube c'est la même chose.
211. P : Ah non, ce n'est pas la même chose. Un cube, c'est un solide. Un carré
212. Bastien : C'est une figure plane.
213. P : On fait le b ensemble, par exemple. Alors, dans le b, il y a combien de faces ? (Les élèves lèvent la main.)
214. E : 5 faces.
215. P : 5 faces. Est-ce que ce sont toutes des faces polygonales ?
216. Ensemble : Oui.
217. P : Oui. Qu'est-ce que tu observes comme figures, comme formes ?
218. E : Des triangles et des rectangles.
219. P : Il y a 2 triangles et 3 rectangles, donc on peut mettre une croix ... ou à la limite une croix dans « rectangle » et marquer 3 entre parenthèses et une croix dans « triangle » et marquer 2 entre parenthèses ...
220. E : Maintenant, on termine tout seul, monsieur !
221. P : Et bien, continuez.
[Les élèves travaillent, P passe entre les tables et en guide quelques-uns.] (54' → 1'04)
222. Christelle : Monsieur, c'est quoi la face pour une boule ? (Elle manipule une sphère en plastique.)
223. P : Ah. On va voir ça avec tout le monde. Je te l'emprunte deux secondes ?
Bien. Un problème est posé par Christelle et Sandrine. Combien y a t-il de faces sur cette sphère ?
224. E : Une.
225. E : Aucune.
226. E : Y'a deux disques.
227. Damien : Si on la déplie, monsieur, ça fait une face.
228. P : Toi, tu passes par le dépliage pour trouver le nombre de faces ?
229. Damien : Oui.
230. P : Qu'est-ce que tu entends par dépliage ?
231. Damien : Comme, par exemple, un carré quand tu le déplies, tu le désassembles ...
232. E : C'est un patron !
233. P : Ça s'appelle comment, ça ?
234. E : Un patron.
235. P : Un patron, oui. En fait, tu fais un patron pour voir après le nombre de faces.
236. Bastien : Je pense qu'il n'y a qu'une face parce que si on le déplie, on ne peut pas le découper en plusieurs morceaux ... Y'a pas d'arête.
237. P : Il n'y a pas d'arête.
238. Damien : Oui, mais si on l'aplatit ...
239. P : Donc toi, tu es adepte du dépliage. Je trouve que c'est une bonne idée.
240. E : Oui, mais on peut pas déplier.
241. P : Tu imagines le dépliage. Pour l'instant, on ne le fait pas. Si on déplie, on obtient un patron. Le patron nous sert à construire un solide. Je n'ai pas encore la réponse ... Il y a combien de faces, ici ?
242. E : Une.
243. P : Une. Il y a une face.
244. Damien : Monsieur, s'ils ne savent pas où le mettre, ils ont qu'à le mettre dans « il y a des faces qui ne sont pas des polygones » et dans « autre ».
245. P : Pourquoi ce ne sont pas des polygones ?
246. Loïc : Ben, déjà, la face comme vous avez dit tout à l'heure, ça ne va pas sur les figures planes et un polygone, c'est une figure plane.
247. P : Je pourrais très bien, en le dépliant, en faire une figure plane.
248. Loïc : Oui, mais là, c'est pas une figure plane.
249. P : Pour l'instant, non ... d'accord.
Alors, pourquoi, si je la déplie, ce n'est pas un polygone ?
250. Manon : Ben, parce qu'il n'y a pas de côté ... Ça va faire un rond.
251. P : Parce qu'il n'y a pas de côté. Allez, on corrige. (1h10')
Alors, pour le b, Damien, on commence.
252. Damien : On l'a fait ensemble. On a dit qu'il y a 5 faces, y'a 3 rectangles et y'a 2 triangles.
253. P : Bastien, le c.
254. Bastien : Alors, y'a 8 faces, y'a 6 rectangles et 2 autres polygones.
255. P : D'accord, Thomas.

256. Thomas: Le d? Y'a 3 faces, 2 disques et une « autre ».
(Correction orale rapide.)
257. P : Qui n'a pas trouvé 3 faces au d ?
(Sophie lève la main.)
258. P : Tu en avais mis combien ?
259. Sophie : Deux.
260. P : Lorsque tu déplies le cylindre ... tu obtiens quoi ? (Il enroule un rectangle en papier et le déplie.)
261. Sophie : Un rectangle.
262. P : Oui, un rectangle.
David, à toi.
263. David : Nombre de faces : 6. Y'a un carré.
264. E : 6 !
265. David : Oui, j'ai mis juste une croix dans « carré ».
266. P : Ah oui ... donc, il y a 6 carrés. Comment il s'appelle, ce volume ?
267. Ensemble : Un cube !
268. P : D'accord. Et le a, est-ce que vous savez comment il s'appelle ?
269. Loïc : Un pavé.
270. P : Un pavé, oui.
271. David : J'y vais ?
272. P : Vas-y.
273. David : Alors, il y a 2 faces, un disque et un « autre ».
274. P : Oui. Tu sais comment il s'appelle, celui-là ?
275. Damien : Un cône !
276. P : Un cône, oui.
Clément, à toi.
277. Clément : Dans le G, y'a 7 faces, 2 carrés.
278. P : Est-ce que tout le monde est d'accord ?
279. E : Non !
280. E : Y'en a 3!
281. E: 5!
282. Damien: Moi, j'en mets 2 parce qu'y en a 2 au fond, mais c'est ...
283. Manon : C'est des rectangles !
284. P : Ceux que l'on ne voit pas sont des rectangles effectivement. Il y a 2 rectangles, 3 carrés visibles et 2 autres polygones.
285. P : Pour le h, Pauline.
286. Pauline : 5 faces, 1 carré et 4 triangles.
287. P : D'accord. Christelle, le dernier. Est-ce que tu connais le nom géométrique de cet objet ?
(Silence.)
C'est une sphère.
288. Christelle : Une seule face.
289. P : Bien. Vous mettez votre nom sur cette fiche et je ramasse. On arrêtera là pour la géométrie.

ANNEXE 10, (PARTIE 4), ANALYSE QUANTITATIVE DE L'ACTION DE L'ENSEIGNANT LORS DE LA SÉANCE 1

Épisodes	Découverte de la consigne								Compréhension du contexte d'inventaire								Compréhension de la tâche												Classement effectif des emballages	Activité 1
Nombre d'interventions P.	8								11								40												13	65
Nombre total d'interventions	14								26								90												34	159
Moments	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
Nombre d'interventions P.	2	2	1	2	1	1	6	1	3	1	6	6	1	3	1	2	1	2	4	1	3	4	3	2	5	1	2	5		
Nombre total d'interventions	3	3	1	5	2	1	12	3	10	2	15	11	3	5	2	4	3	3	10	2	8	7	11	4	13	8	2	11		

Analyse quantitative de l'action didactique de l'enseignant,
Dénombrement des interventions de l'activité 1 entière, par épisodes et par moments

Épisodes	Découverte de la consigne					Compréhension du contexte d'inventaire					Compréhension de la tâche												Classement effectif des emballages	Activité 1				
Nombre d'interventions P. (%)	57					42					44												38	41				
Moments	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Nombre d'interventions P. (%)	67	100	40	50	100	50	34	30	50	50	40	55	34	60	50	50	34	67	40	50	38	57	27	50	38	12	100	45

Analyse quantitative de l'action didactique de l'enseignant,
Pourcentages représentant les interventions de l'enseignant de l'activité 1 entière, par épisodes et par moments

ANNEXE 11, ANALYSE QUANTITATIVE DE L'ACTION DE L'ENSEIGNANT LORS DE LA SÉANCE 2

ÉTAPES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nb d'interventions de P.	5	3	2	6	2	1	10	2	2	1	2	3	1	5	2	2	2	2	1	4
Nombre d'interventions total	11	5	4	12	3	1	25	3	6	4	3	8	1	11	6	5	4	5	2	6
Intervention P %	45	60	50	50	66	100	40	66	33	25	66	38	100	45	33	40	50	40	50	66

ÉTAPES	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Nb d'interventions de P.	8	1	0	5	5	11	8	2	7	3	4	6	4	1	4	3	6	3	8	6
Nombre d'interventions total	18	2	7	9	20	21	33	5	18	7	9	16	10	2	11	6	29	14	28	11
Intervention P %	44	50	0	55	25	52	24	40	39	43	45	38	40	50	36	50	20	21	28	55

ÉPIISODES	1	2	3	4	5	6	7	8	TOUT
Nb d'interventions de P.	18	31	17	32	14	11	24	6	153
Nombre d'interventions total	35	73	35	97	34	28	90	11	401
Intervention P %	51	42	48	33	41	39	27	54	38

TITRE : Jeux et enjeux de langage dans la construction d'un vocabulaire de géométrie spécifique et partagé en cycle 3 (Analyse de la portée des jeux de langage dans un Atelier de géométrie en cycle 3 et modélisation des gestes de l'enseignant en situation)

RÉSUMÉ

A partir de l'analyse d'un dispositif d'Atelier de géométrie en cycle 3, cette thèse montre comment les « jeux de langage » produits par la résolution de situations problématiques sur les solides peuvent favoriser la construction par les élèves de nouvelles connaissances relatives à un vocabulaire de géométrie spécifique.

Grâce à l'élaboration d'une méthodologie originale d'analyse des gestes de l'enseignant, cette recherche propose également de rendre compte du rôle et de la place de l'enseignant dans de telles interactions langagières. Pour ce faire, nous proposons d'explicitier ses modalités effectives d'intervention puis de modéliser son action en situation en termes de tutelle et de médiation.

TITLE : Language games and stakes in the elaboration of a shared and specific geometric vocabulary at upper primary level - cycle 3 - (Analysis of the scope of language games in a geometry workshop at upper primary level - cycle 3 - and modelling of the teacher's gestures in situation)

ABSTRACT

Based on the analysis of a geometry workshop facility at upper primary level ("cycle 3"), this thesis shows how the "language games" produced by the solution of problematic situations on solids can help the pupils to build new knowledge relating to a specific geometric vocabulary.

This research draws up an original methodology for analysing the teacher's gestures, and considers the role and position of the teacher in the linguistic interactions studied. For that purpose, we propose to explain his actual ways of action then to model his action in situation in terms of tutorship and mediation.

DISCIPLINE : DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES

MOTS-CLÉS

Didactique, cycle 3, vocabulaire spécifique de géométrie, jeux de langage, paradoxes sémantiques, caractère contextuel de la référence, analyse des gestes professionnels, techniques et tâches professionnelles, médiation, tutelle.

INTITULÉ ET ADRESSE DU LABORATOIRE DE RATTACHEMENT :

LIRDHIST

Université Claude Bernard Lyon 1

Bâtiment " La Pagode"

43, Boulevard du 11 Novembre 1918

69622 Villeurbanne Cedex